

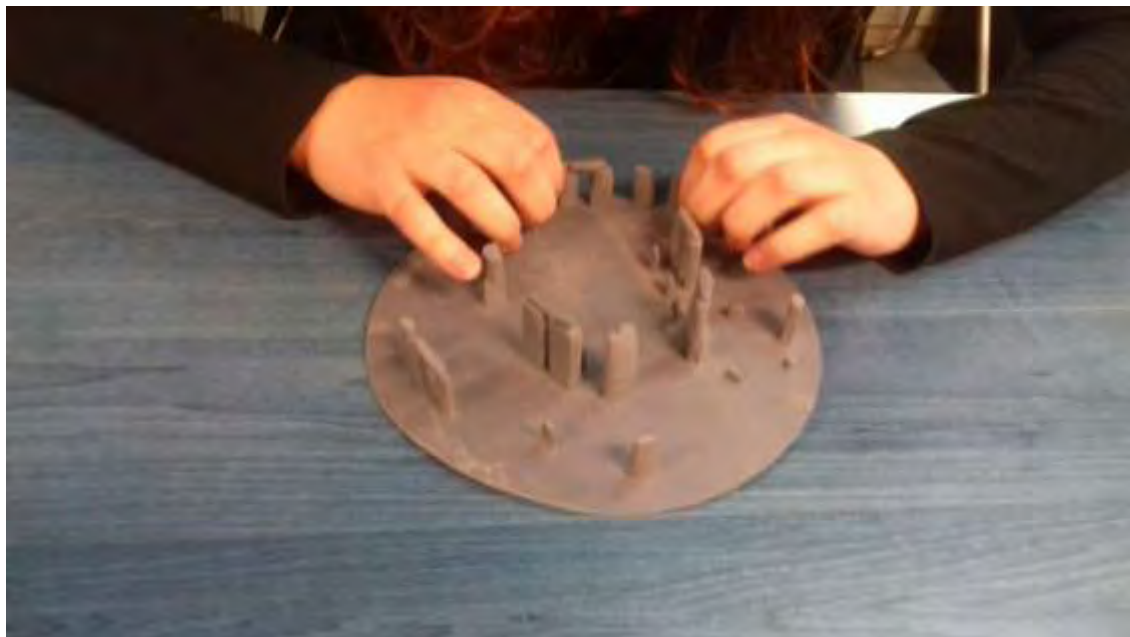


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΚΤΥΠΩΤΩΝ  
ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ  
ΟΡΑΣΗΣ



Κασσικού Κυριακή

Βόλος, Ιούνιος, 2019



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

Πτυχιακή Εργασία

Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΚΤΥΠΩΤΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ  
ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΑΣΗΣ

THE IMPLEMENTATION OF 3D PRINTERS IN THE EDUCATION OF PEOPLE  
WITH VISUAL IMPAIRMENTS

της

Κασσικού Κυριακής

Επιβλέποντες Καθηγητές:  
Αργυρόπουλος Βασίλειος  
Καραγιαννίδης Χαράλαμπος

Βόλος, Ιούνιος, 2019

## **Πνευματικά δικαιώματα**

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Ειδικής Αγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

## **Ευχαριστίες**

Πριν την παρουσίαση της εν λόγω πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους, η συμβολή και η βοήθεια των οποίων στάθηκαν καθοριστικοί παράγοντες για την ολοκλήρωση αυτού του εγχειρήματος.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές της πτυχιακής μου εργασίας, τον κ. Αργυρόπουλο και κ. Καραγιαννίδη για τις συνεχείς καθοδηγήσεις και συμβουλές. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω το κ. Αργυρόπουλο που στάθηκε δίπλα μου με τις γνώσεις του και την εμπειρία του καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, στηρίζοντας με τόσο με τις κατάλληλες κατευθύνσεις και παροτρύνσεις όσο και με την ποιότητα του χαρακτήρα του.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω ανεξαιρέτως όλους τους φίλους μου οι οποίοι παίρνοντας το ρόλο των συμμετεχόντων, αφιέρωσαν το χρόνο και την καλή τους διάθεση για να μπορέσει να ολοκληρωθεί το ερευνητικό κομμάτι της εργασίας. Η συμβολή τους ήταν καίριας σημασίας και έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο στην εξαγωγή των συμπερασμάτων. Σε αυτό το σημείο, οφείλω να ευχαριστήσω και το υπεύθυνο της αγωνιστικής ομάδας formula student του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Centaurus Racing Team), ο οποίος στάθηκε πολύτιμος αρωγός στη χρήση του υπολογιστικού λογισμικού για τις πιλοτικές δοκιμές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων.

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία συνίσταται από δύο μέρη, το θεωρητικό και το ερευνητικό μέρος. Στο πρώτο μέρος αναλύονται κάποιοι σημαντικοί ορισμοί και έννοιες που σχετίζονται με τα Προβλήματα όρασης (ΠΟ). Επίσης εστιάζει σε κάποια θέματα σχετικά με τα ΠΟ όπως οι συνέπειες της τύφλωσης, η αντίληψη μέσω αφής, τα απτικά υλικά και τα μέσα παραγωγής απτικού υλικού. Το πρώτο μέρος κλείνει αναλύοντας την λειτουργία και τη χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαίδευση των ατόμων με ΠΟ παρέχοντας κάποια σχετικά παραδείγματα.

Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η ερευνητική διαδικασία έτσι όπως πραγματοποιήθηκε από την ερευνήτρια. Αρχικά, περιγράφονται μια σειρά από διαδοχικά βήματα σχετικά με τη διαδικασία σχεδίασης τρισδιάστατων αντικειμένων, μέσω ενός υπολογιστικού λογισμικού. Στη συνέχεια η ερευνήτρια παρουσιάζει και περιγράφει τα ερευνητικά εργαλεία συλλογής δεδομένων καθώς και τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας (δηλ. ημιδομημένες συνεντεύξεις και τρισδιάστατα αντικείμενα). Στη συνέχεια, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να διερευνήσουν απτικά, τρισδιάστατα αντικείμενα, φορώντας μάσκες ύπνου (σκίαστρα) και κατά τη διάρκεια αυτής της εξερεύνησης η ερευνήτρια κατέγραψε τις απτικές τους εξερευνήσεις. Επιπλέον, διεξήχθησαν συνεντεύξεις προκειμένου να αποκτηθεί μια βαθύτερη κατανόηση σχετικά με την εντύπωση των συμμετεχόντων, τα συναισθήματα και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν στις δοκιμασίες που υποβλήθηκαν. Με βάση τα ληφθέντα δεδομένα, τα αποτελέσματα ομαδοποιήθηκαν σε τρία επίπεδα ως προς: α. κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, β. τις στρατηγικές απτικής εξερεύνησης των συμμετεχόντων για κάθε τρισδιάστατο αντικείμενο, γ. τις σκέψεις των συμμετεχόντων σχετικά με την εμπειρία τους κατά τη διάρκεια της απτικής τους διερεύνησης. Τέλος, τα αποτελέσματα εξετάζονται από την άποψη της σχετικής βιβλιογραφίας σε συνδυασμό με περιορισμούς και προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση.

## Abstract

This dissertation consists of two parts, the theoretical and the research one. The first part refers to important definitions and concepts related to vision impairment. It also focuses on issues such as the effects of blindness, types of tactual perception, haptic

materials and methods of producing haptic materials. The first part ends up by analyzing the operation and use of three-dimensional (3D) printers in the education of people with visual impairment providing some relevant examples.

The second part describes the research process as followed by the researcher. Initially, a number of consecutive steps are described regarding the process of drawing three-dimensional (3D) objects, through a computer software. In turn, the researcher presents and describes the research tools and materials of this dissertation; that is semi-structured interviews and 3D objects. Then, participants were recruited to actively explore 3D objects wearing blindfolds and during this exploration the researcher recorded their haptic explorations. In addition, interviews were conducted in order to gain a deeper understanding about the participants' impression, feelings, and difficulties towards the tasks in question. Based on the obtained data, the results were grouped into three clusters in terms of: a. each object separately, b. participant's tactile exploration strategies towards each 3D object, c. participants' reflections regarding their experience during their tactile investigation. Finally, the results are discussed in terms of relevant literature in conjunction with limitations and proposals for further exploration.

Λέξεις κλειδιά: Προβλήματα Όρασης, Απτική διερεύνηση, Τρισδιάστατοι Εκτυπωτές, Τρισδιάστατα Αντικείμενα

Keywords: Vision Impairment, Tactile Investigation, 3D Printers, 3D objects

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο.....	8
1.1 Σημαντικοί εννοιολογικοί ορισμοί .....	8
1.1.1 Τύφλωση .....	8
1.1.2 Χαρακτηριστικά διάκρισης των προβλημάτων όρασης .....	9
1.1.3 Αξιολόγηση της όρασης .....	10
1.2 Συνέπειες της τύφλωσης.....	12
1.3 Αντίληψη μέσω αφής .....	13
1.3.1 Διάκριση της Αφής σε Ενεργητική και παθητική .....	14
1.4 Μέσα και Τεχνικές Παραγωγής Απτικού Υλικού .....	16
1.4.1 Απτικά υλικά .....	16
1.4.2 Μέσα και Τεχνικές Παραγωγής Απτικού Υλικού .....	23
1.4.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση.....	25
1.4.4 Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές και η εκπαίδευση ατόμων με ΠΟ .....	27
Κεφάλαιο 2. Μεθοδολογία .....	31
2.1 Εισαγωγή .....	31
2.2 Δείγμα της έρευνας.....	31
2.3 Ερευνητικός Σχεδιασμός .....	32
2.4 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων .....	33
2.5 Υλικό .....	34
Κεφάλαιο 3. Πιλοτικές Δοκιμές .....	37
3.1 Εισαγωγή .....	37
3.2 Δοκιμές για τη σχεδίαση τρισδιάστατων αντικειμένων .....	38
3.2.1 Αντικείμενο 1 – Πιρούνι .....	38
3.2.1 Αντικείμενο 2 – Σπίτι .....	41
Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα Έρευνας .....	46
4.1 Εισαγωγή .....	46
4.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά τρισδιάστατο αντικείμενο .....	47
4.2.1 ANTIKEIMENO 1 – ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ: .....	47
4.2.2 ANTIKEIMENO 2 – STONE HENGE:.....	48
4.2.3 ANTIKEIMENO 3 – ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ: .....	48
4.2.4 ANTIKEIMENO 4 – ΠΙΣΤΟΝΙ: .....	49

4.2.5 Σύνοψη και Γενικές Παρατηρήσεις.....	49
4.3 Αποσπάσματα από την απτική διερεύνηση των τρισδιάστατων αντικειμένων .....	50
4.3.1 ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ .....	50
4.3.2 STONE HENGE.....	51
4.3.3 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ .....	52
4.3.4 ΠΙΣΤΟΝΙ.....	54
4.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων με βάση τις στρατηγικές απτικής διερεύνησης που ακολουθήθηκαν .....	55
4.5 Αποσπάσματα από την ερώτηση σχετικά με τις στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν.	57
Κεφάλαιο 5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων με βάση τις συνεντεύξεις .....	58
5.1 Αποσπάσματα απαντήσεων στις παραπάνω ερωτήσεις .....	59
Κεφάλαιο 6. Συζήτηση .....	62
6.1 Εισαγωγή .....	62
6.2 Είδος Απτικής διερεύνησης ανά συμμετέχοντα και αντικείμενο .....	63
6.3 Δυσκολία απτικής διερεύνησης ανά αντικείμενο .....	64
6.4 Η συμβολή των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαίδευση των ατόμων με και χωρίς ΠΟ .....	65
6.5 Περιορισμοί – Προτάσεις .....	66
Βιβλιογραφία.....	68



## Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο

### 1.1 Σημαντικοί εννοιολογικοί ορισμοί

Για την καλύτερη κατανόηση του θέματος, της διαδικασίας που θα ακολουθηθεί και των αποτελεσμάτων καθίσταται απαραίτητη η επεξήγηση κάποιων εννοιών και χαρακτηριστικών που σχετίζονται με τα προβλήματα όρασης.

#### 1.1.1 Τύφλωση

Στη διεθνή βιβλιογραφία δεν υπάρχουν γενικά απόλυτα διακριτοί ορισμοί για τους όρους: «προβλήματα όρασης», «μειωμένη όραση», «ολική απώλεια όρασης», «τύφλωση»

Σύμφωνα με τη Διεθνή Ταξινόμηση των Ασθενειών (ICD - 11) κατά τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2018) η λειτουργία της όρασης χωρίζεται σε 4 κατηγορίες:

- φυσιολογική όραση
- ήπιο πρόβλημα όρασης
- σοβαρό πρόβλημα όρασης
- τύφλωση

Το ήπιο πρόβλημα όρασης μαζί με το σοβαρό πρόβλημα όρασης ομαδοποιούνται υπό τον όρο «μειωμένη όραση», ωστόσο η μειωμένη όραση σε συνδυασμό με τη τύφλωση αντιπροσωπεύουν όλα τα Προβλήματα Όρασης (ΠΟ).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση Προβλημάτων Όρασης με βάση την οπτική οξύτητα (WHO, 2018)

Ταξινόμηση ΠΟ	
Επίπεδο	Οπτική Οξύτητα
φυσιολογικό	6/6 μέχρι 6/18
Ήπιο ΠΟ	Χειρότερο από 6/18
Σοβαρό ΠΟ	Χειρότερο από 6/60
Τύφλωση	Χειρότερο από 3/60, 1/60 ή μηδενική αντίληψη του φωτός

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO, 2018) άτομα που έχουν οπτική οξύτητα μικρότερη του 6/18 και μεγαλύτερη του 3/60 θεωρείται ότι έχουν μειωμένη όραση, δηλαδή μερική απώλεια όρασης, ενώ εκείνα των οποίων η οπτική

οξύτητα είναι μικρότερη από 3/60 έχουν ολική απώλεια όρασης. Στη διεθνή βιβλιογραφία ωστόσο πολλές φορές, η μειωμένη όραση περιγράφεται από οπτική οξύτητα μικρότερη από 20/70 ενώ η ολική τύφλωση δεν ξεπερνά το 20/200 ή υπάρχει μηδενική αντίληψη του φωτός με τα καλύτερα δυνατά διορθωτικά μέσα (Maureen, AFB, 2015), (Αργυρόπουλος, 2011). Στην Ελλάδα με το Νόμο 958, 23.8.1979, άτομα με τύφλωση θεωρούνται εκείνα τα οποία μετά από όποια ιατρική παρέμβαση εξακολουθούν να έχουν οπτική οξύτητα στο καλύτερο τους μάτι μικρότερη του 3/60.

Με τον όρο «νομικώς τυφλά » αναφέρονται τα άτομα των οποίων η οπτική οξύτητα του καλύτερου οφθαλμού και με την καλύτερη οπτική διόρθωση δεν μπορεί να ξεπεράσει το 20/200 ή των οποίων το μέγεθος του οπτικού πεδίου δεν ξεπερνά το τόξο των 20 μοιρών (Αργυρόπουλος, 2011· Tuttle, D. & Tuttle, N. 2004· Maureen, AFB, 2015).

Τέλος, ο όρος «τύφλωση» χρησιμοποιείται για να δηλωθεί τόσο η μερική ή η ολική απώλεια όρασης, καθώς σύμφωνα με την Εθνική Ομοσπονδία Τυφλών (Jernigan, NFB, 2005), τυφλός χαρακτηρίζεται οποιοσδήποτε χρειάζεται να αναπτύξει εναλλακτικές τεχνικές προκειμένου να επιτελεί αποτελεσματικά εκείνες τις καθημερινές δραστηριότητες που θα έκανε στην περίπτωση που είχε φυσιολογική όραση. Συνεπώς, το να είναι κάποιος τυφλός δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να δει! Ένα άτομο ανάλογα με το πρόβλημα όρασης που αντιμετωπίζει μπορεί άλλοτε να λειτουργεί ως βλέπων ή μερικά βλέπων και άλλοτε ως μερικά βλέπων ή ολικά τυφλός δεδομένου τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά (Αργυρόπουλος, 2011).

### 1.1.2 Χαρακτηριστικά διάκρισης των προβλημάτων όρασης

Τα προβλήματα όρασης αποτελούν μια ανομοιογενή ομάδα καθώς προκύπτουν από βλάβες σε διαφορετικά μέρη του οπτικού συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, προκύπτουν είτε από δυσλειτουργία του οφθαλμού (π.χ. υπερμετρωπία, καταρράκτης) ή του οπτικού νεύρου (π.χ. οπτική ατροφία, υποπλασία του οπτικού νεύρου) ή του εγκεφαλικού φλοιού (π.χ. οπτική αγκωσία) με αποτέλεσμα να επηρεάζονται διαφορετικές, κάθε φορά, λειτουργίες της όρασης. Οι παθήσεις του οπτικού νεύρου και του εγκεφαλικού φλοιού είναι πιο δύσκολο να εντοπιστούν, σε αντίθεση με τις

παθήσεις του οφθαλμού, καθώς μερικές φορές χαρακτηρίζονται από μία εικόνα οφθαλμών η οποία μοιάζει φυσιολογική

Τα ΠΟ διακρίνονται με βάση τα εξής χαρακτηριστικά (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011):

*1. την οπτική οξύτητα*

Η οπτική οξύτητα είναι η ευκρίνεια του οπτικού σήματος, η ικανότητα του ματιού, είτε μετά την καλύτερη δυνατή διόρθωση είτε η φυσιολογική, να βλέπει και να διακρίνει ένα σημείο. Σύμφωνα με το γράφημα του Snellen το μέτρο της κανονικής οπτικής οξύτητας αποδίδεται με το κλάσμα 6/6 ή 20/20 ανάλογα με την χώρα. Για παράδειγμα αν το μέτρο οπτική οξύτητας ενός ματιού είναι 6/20, αυτό σημαίνει ότι το σημείο το οποίο ένα φυσιολογικό – υγιές μάτι μπορεί να δει από απόσταση 20 μέτρων, το παιδί με ΠΟ μπορεί να το διακρίνει από απόσταση 3 μέτρων.

*2. το οπτικό πεδίο*

Το οπτικό πεδίο είναι το εύρος της περιοχής το οποίο αντιλαμβάνεται ένα άτομο όταν στέκεται ακίνητος με το κεφάλι σταθερό. Το οπτικό πεδίο που αντιστοιχεί στο φυσιολογικό οφθαλμό είναι περίπου 150 μοίρες στον οριζόντιο άξονα και 120 μοίρες στον κατακόρυφο.

*3. την ευαισθησία στο έντονο ή στο αδύνατο φως*

Αναφέρεται στην ανταπόκριση του οφθαλμού στις εναλλαγές του φωτισμού, το πολύ έντονο ή χαμηλό φως και στο αδύνατο ή ισχυρό κοντράστ. ( Το κοντράστ είναι η διαφορά της φωτεινότητας και του σκότους μεταξύ των αντικειμένων, τα διάφορα αντικείμενα είναι ευκολότερα αντιληπτά όταν το κοντράστ είναι μεγαλύτερο, όπως για παράδειγμα μία άσπρη κούπα πάνω σε ένα μαύρο τραπέζι.)

*4. την δυνατότητα διάκρισης των χρωμάτων και των αποχρώσεών τους.*

*5. την δυνατότητα αντίληψης της μορφής και του περιγράμματος των αντικειμένων χρησιμοποιώντας τον έναν ή και τους δύο οφθαλμούς.*

### 1.1.3 Αξιολόγηση της όρασης

Η αξιολόγηση τη όρασης αποτελεί μία διαδικασία απαραίτητη με πολλαπλά οφέλη τόσο για την καθημερινή ζωή του ατόμου με προβλήματα όρασης όσο και για την ακαδημαϊκή του εξέλιξη. Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι αξιολόγησης, ο ένας αφορά στην ιατρικού τύπου αξιολόγηση της όρασης του ατόμου, την οπτική οξύτητα με

άλλα λόγια ( Ιατρική Ταξινόμηση ), ενώ ο άλλος αφορά στη λειτουργική όραση, δηλαδή το πόσο καλά χρησιμοποιεί το άτομο το βαθμό όρασης που διαθέτει (Παιδαγωγική Ταξινόμηση) (Mason & McCall, 2011· Southwell & Johnson , 2011).

Η κλινική αξιολόγηση επιτελείται από τους ειδικούς και έχει ως στόχο να αξιολογήσει την ικανότητα του ατόμου να διακρίνει από απόσταση έντονες αντιθέσεις και λεπτομέρειες, την ικανότητά του να διακρίνει σχήματα καθώς και την οξύτητα και διαύγεια της όρασης (Mason & McCall, 2011· Κουτάντος, 2005).

Συνεπώς μια πλήρης αξιολόγηση της όρασης κανονικά περιλαμβάνει:

- τεστ όρασης από απόσταση ,
- τεστ κοντινής όρασης
- τεστ οπτικού πεδίου
- τεστ όρασης των χρωμάτων
- τεστ ευαισθησίας στο κοντράστ
- Αξιολόγηση της οπτικής λειτουργίας , δηλαδή πως το άτομο χρησιμοποιεί την όρασή του για συγκεκριμένους σκοπούς
- Αξιολόγηση της εξωτερικής εικόνας των ματιών καθώς και των κινήσεών τους

Η εκπαιδευτική αξιολόγηση πραγματοποιείται από τον εκπαιδευτικό και έχει ως στόχο να διερευνήσει πως το άτομο χρησιμοποιεί την υπολειπόμενη όρασή του και τον βαθμό στην οποία την αξιοποιεί, ώστε να κάνει και την ανάλογη παρέμβαση (Αργυρόπουλος, 2005). Δύο μαθητές χωρίς καμία εμφανή μαθησιακή δυσκολία αλλά με το ίδιο οφθαλμολογικό πρόβλημα και ίδιας εξακριβωμένης οπτικής οξύτητας ενδέχεται να λειτουργούν με πολύ διαφορετικό τρόπο (Mason & McCall, 2011). Για παράδειγμα, ο πρώτος μαθητής μπορεί να χρησιμοποιεί την υπολειπόμενη όραση του στον μεγαλύτερο δυνατό βαθμό, επιδεικνύοντας ικανοποιητικές δεξιότητες κινητικότητας και προσανατολισμού ενώ ο άλλος μαθητής λόγω ελλιπούς εκπαίδευσης να φέρεται να μην έχει καθόλου όραση. Βέβαια καλή λειτουργική όραση σημαίνει να μπορεί κάποιος να είναι λειτουργικός και αποτελεσματικός αξιοποιώντας τόσο την υπολειπόμενη όραση του όσο και τα υποστηρικτικά μέσα που του προσφέρονται, συνεπώς η ανάπτυξη καλής λειτουργικής όρασης δεν αποτελεί ατομική υπόθεση του ατόμου με ΠΟ και μπορεί να βελτιωθεί.

Η αξιολόγηση της λειτουργικής όρασης είναι μια πολυδιάστατη και σύνθετη διαδικασία η οποία συντελείται έπειτα από τη συστηματική παρατήρηση του μαθητή σε διάφορες εκπαιδευτικές διαδικασίες και περιβάλλοντα λαμβάνοντας υπόψιν την κοινωνικογνωστική ανάπτυξη και καλλιέργεια – εμπειρίες του μαθητή (Mason & McCall, 2011). Σημαντικό μέρος αυτής της αξιολόγησης αποτελούν οι δεξιότητες κινητικότητας και προσανατολισμού οι οποίες συνιστούν και τον ακρογωνιαίο λίθο για την θετική εξέλιξη του ατόμου με ΠΟ. Τέλος, η ανάλυση της αξιολόγησης της λειτουργικής όρασης εστιάζεται σε τρία αλληλεξαρτώμενα πεδία: ο μαθητής, το περιβάλλον και η σχεσιακή κατάσταση μεταξύ μαθητή – περιβάλλοντος (Αργυρόπουλος, 2005)

## 1.2 Συνέπειες της τύφλωσης

Οι συνέπειες της απώλειας της όρασης αφορούν πολλούς τομείς της ζωής και της εξέλιξης του ατόμου. Τα προβλήματα όρασης θα επηρεάσουν αναμφίβολα την ικανότητα του ατόμου να επιτελεί αποτελεσματικά τις υποχρεώσεις – δραστηριότητες που επιβάλλει η καθημερινή ζωή και την ποιότητα της ζωής του καθώς και τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρά με τον περιβάλλοντα κόσμο ( West, Rubin & Broman, 2002· Khorrami-Nejad, Sarabandi & Akbari, Askarizafteh, 2016).

Πιο συγκεκριμένα η εξέλιξη ενός παιδιού με ΠΟ θα καθυστερήσει σε σχέση με αυτή ενός βλέποντος στον κοινωνικοσυναισθηματικό, στον γλωσσικό αλλά και στον γνωστικό τομέα, καθώς και σε ότι αφορά στις δεξιότητες κινητικότητας και προσανατολισμού του παιδιού.

Επίσης φαίνεται να υποστηρίζεται η άποψη ότι τα άτομα με ΠΟ πολλές φορές υστερούν αυτοεκτίμησης καθώς δεν έχουν την δυνατότητα της πλήρους ανεξαρτησίας σε οποιοδήποτε χώρο με αποτέλεσμα αυτό να δρα αρνητικά στις κοινωνικές τους συναναστροφές αλλά και στη ψυχολογική τους κατάσταση (Tuttle, D. & Tuttle, N. 2004· Robinson & Lieberman, 2004) Επίσης, δεν είναι λίγες οι φορές όπου η γλώσσα του σώματος των μη βλέπόντων μπορεί να αποτελέσει εμπόδιο στην κοινωνικοποίηση τους καθώς διαφέρει από αυτή των βλέπόντων οδηγώντας τους δεύτερους να διατηρούν μια επιφυλακτική στάση (Mason & McCall, 2011).

Όπως προαναφέρθηκε, η τύφλωση επιβάλλει στο άτομο περιορισμούς οι οποίοι σχετίζονται με την αλληλεπίδρασή του με τον περιβάλλοντα χώρο. Καθώς απουσιάζει το οπτικό ερέθισμα το άτομο χάνει πολλά κίνητρα τα οποία άλλοτε θα μπορούσαν να τον παρακινήσουν για οποιαδήποτε ενεργητική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, με αποτέλεσμα να περιορίζεται το φάσμα και η ποικιλία των εμπειριών του ατόμου προκαλώντας πολύ αρνητικές συνέπειες στην γνωστική του εξέλιξη (Αργυρόπουλος, 2005· Mason & McCall, 2011).

Τέλος, τα άτομα με ΠΟ προκειμένου να αποκτήσουν όσο το μεγαλύτερο δυνατό βαθμό ανεξαρτησίας θα πρέπει να αναπτύξουν αρκετά ικανοποιητικές δεξιότητες προσανατολισμού και κινητικότητας, καθώς και να αντισταθμίσουν την απώλεια της όρασης με την καλλιέργεια ανώτερων ακουστικών και απτικών δεξιοτήτων που θα τους επιτρέπουν να διερευνούν και να επεξεργάζονται μεγαλύτερη πληθώρα πληροφοριών. Με τον όρο «δεξιότητες προσανατολισμού» εννοείται η ικανότητα του ατόμου να αντιλαμβάνεται την σχέση των αντικειμένων στο χώρο, να φτιάχνει δηλαδή στο μυαλό του ένα νοητό χάρτη του περιβάλλοντος που βρίσκεται, ενώ με τον όρο «δεξιότητες κινητικότητας» συνεπάγεται η γνώση εκ μέρους του ατόμου με ΠΟ τεχνικών που του εξασφαλίζουν την δυνατότητα να κυκλοφορεί με ασφάλεια και άνεση στο περιβάλλον του (Αργυρόπουλος, 2005· Mason & McCall, 2011).

### 1.3 Αντίληψη μέσω αφής

Είναι πλέον σαφές πως η απτική αντίληψη βελτιώνεται ουσιαστικά κατά την διάρκεια των πρώτων ετών της παιδικής ηλικίας (Παπαδόπουλος, 2005). Η αφή είναι η πρώτη από τις αισθήσεις μας που αναπτύσσεται προσφέροντας μας την αισθητήρια οδό για να αντιληφθούμε το σώμα μας και την αίσθηση του εαυτού μας, καθώς και τα αντικείμενα του περιβάλλοντός μας με έναν διαφορετικό και μοναδικό τρόπο (Bremner & Spence, 2017) που μας προσφέρει μια πιο «πραγματική» αίσθηση των αντικειμένων (Heller, 1982). Υπάρχουν επίσης, πολλοί ερευνητές που υποστηρίζουν ότι η αίσθηση της αφής είναι πιο κατάλληλη και ακριβής, σε σχέση με αυτή της όρασης, για την αντίληψη του βάρους, της σκληρότητας και κάποιων άλλων παραμέτρων, ωστόσο έχουμε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η κάθε μία από τις αισθήσεις έχει τον δικό της σημαντικό ρόλο και ο συνδυασμός τους μπορεί να οδηγήσει στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα (Heller, 1982).

Τι είναι απτική αντίληψη;

Η ερμηνεία ενός ατόμου για ένα απτικό ερέθισμα οδηγεί στον σχηματισμό μιας αντίληψης, την απτική αντίληψη (Αργυρόπουλος, Νικολαραϊζή & Χαμονικολάου, 2013). Απτική αντίληψη, με άλλα λόγια, αποτελεί η διέγερση του εγκεφάλου που επιτυγχάνεται μέσω της αίσθησης της αφής συνδυάζοντας τις εξής αισθήσεις του δέρματος: πίεση, δόνηση και τέντωμα. Με τον όρο απτική αντίληψη εννοούμε την ικανότητα του ατόμου να προσλαμβάνει πληροφορίες για το σχήμα, το μέγεθος, το βάρος την υφή, την σκληρότητα των αντικειμένων και τη θερμοκρασία χρησιμοποιώντας την αφή και έπειτα να τις αναγνωρίζει και να τις ταυτοποιεί, να τις διαφοροποιεί, να τις συγκρίνει και να τις ταξινομεί βασιζόμενο σε προηγούμενες εμπειρίες (Αργυρόπουλος, 2005). Αποτελεί μια πολυσύνθετη διαδικασία η οποία βασίζεται στις πληροφορίες που ένα άτομο λαμβάνει από ένα αντικείμενο ή κάποιο μέρος του. Η λήψη αυτών των πληροφοριών πραγματοποιείται από την αφή, τη στάση και τη κίνηση του σώματος για αυτό αποτελεί μια πολυαισθητική διαδικασία (Αργυρόπουλος, 2002, 2003 · Αργυρόπουλος, Νικολαραϊζή & Χαμονικολάου, 2013).

Η αφή θεωρείται βασική αίσθηση για τη συλλογή πληροφοριών από τον περιβάλλοντα χώρο, την εκπαίδευση και την αντίληψη του χώρου από τα τυφλά άτομα (Παπαδόπουλος, 2005). Παρά το γεγονός ότι η αφή αποτελεί μια τόσο σημαντική αίσθηση για τα άτομα με ΠΟ, στα άτομα με όραση μπορεί να μην αναπτυχθεί πλήρως λόγω της επιρροής της όρασης, η οποία κατέχει ανώτερο ρόλο στην κατανόηση της μορφής και του χώρου, εξάλλου δεν είναι τυχαίο ότι τα βλέποντα άτομα ακόμα και με κλειστά τα μάτια έχουν «οπτικές ιδέες» (Heller, 1982· Αργυρόπουλος, 2002· Παπαδόπουλος, 2005).

### 1.3.1 Διάκριση της Αφής σε Ενεργητική και παθητική

Η εξερεύνηση και η αναγνώριση των αντικειμένων μέσω της αφής δεν είναι τόσο γρήγορη και άμεση όπως συμβαίνει με την όραση. Όταν χρησιμοποιούμε την οπτική οδό προσεγγίζουμε και βλέπουμε πρώτα το σύνολο και στη συνέχεια παρατηρούμε τα μέρη του, αντίθετα στην αφή πρώτα επεξεργαζόμαστε τα διάφορα μέρη ώστε να φτάσουμε στη σύνθεση του όλου (Παπαδόπουλος, 2005· Αργυρόπουλος, Νικολαραϊζή & Χαμονικολάου, 2013). Με βάση τους δέκτες που ενεργοποιούνται

κάθε φορά σε αυτή την απτική εξερεύνηση και επεξεργασία, διακρίνουμε δύο κατηγορίες αφής, την ενεργητική και την παθητική.

Στην παθητική απτική αντίληψη το δέρμα έρχεται απλά σε επαφή με ένα αντικείμενο χωρίς καμία σκοπιμότητα εκ μέρους του ατόμου, οπότε αποτελεί μία περισσότερη δεκτική αίσθηση (Gibson, 1962). Αντίθετα στην ενεργητική, το άτομο επιδιώκει σκόπιμα και με ενεργητικό τρόπο την εξερεύνηση και την επεξεργασία του αντικειμένου με τα χέρια, άρα και θεωρείται μια περισσότερο εξερευνητική αίσθηση παρά δεκτική (Gibson, 1962· Heller, 1986, 2008).

Πιο συγκεκριμένα, η αφή λέγεται παθητική όταν οι πληροφορίες επιβάλλονται πάνω στο δέρμα του ατόμου, ανεξάρτητα από την θέληση του και δεν επεξεργάζονται περαιτέρω για την εξαγωγή (Αργυρόπουλος, 2003· Αργυρόπουλος, Χαμονικολάου & Νικολαραϊζή, 2013). Η παθητική αφή σχετίζεται με μια μάλλον πιο περιορισμένη συλλογή πληροφοριών. Στον αντίποδα βασικό χαρακτηριστικό της ενεργητικής αφής αποτελούν οι σκόπιμες διερευνητικές κινήσεις του ατόμου προκειμένου να εξερευνήσει απτικά κάποιο αντικείμενο ή επιφάνεια προκειμένου να λάβει κάποιες πληροφορίες (Αργυρόπουλος, 2003· Αργυρόπουλος, Χαμονικολάου & Νικολαραϊζή, 2013).

Μεγάλο ζήτημα έχει υπάρξει η διαμάχη σχετικά με το ποιος τύπος αφής είναι ο πιο αποτελεσματικός και χρήσιμος. Κάποιες έρευνες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η ενεργητική αφή υπερτερεί της παθητικής είτε αυτή είναι στατική είτε με κίνηση, τόσο σε θέμα του απαραίτητου χρόνου για την επεξεργασία των πληροφοριών όσο και στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων (Heller, 1983, 1984). Άλλες πάλι έρευνες δεν βρίσκουν κάποια διαφορά στα αποτελέσματα με προϋπόθεση η παθητική αφή να μην είναι στατική (Lederman, 1981). Αυτό συμβαίνει γιατί η διερεύνηση της σκληρότητας ή της θερμοκρασίας ή του βάρους ενός αντικειμένου μπορεί να γίνει το ίδιο αποτελεσματικά είτε με την ενεργητική ή την παθητική αφή, χωρίς κάποια εμφανή διαφορά. Αντίθετα, όσον αφορά στη διερεύνηση πιο απαιτητικών χαρακτηριστικών, όπως το σχήμα, τότε απαιτείται και ενεργητική εξερεύνηση εκ μέρους του ατόμου. Έχει μάλιστα βρεθεί πως τα άτομα με ΠΟ χρησιμοποιούν συγκεκριμένες ενεργητικές και διερευνητικές κινήσεις όταν θέλουν να επεξεργαστούν κάποιο αντικείμενο (Αργυρόπουλος, Χαμοπούλου & Νικολαραϊζή, 2013), χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι μη εξερευνητικές κινήσεις δεν έχουν καμία χρησιμότητα.



Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι πιο κρίσιμη και απαραίτητη για την εκπαίδευση και την καθημερινή διαβίωση του ατόμου είναι η ενεργητική αφή, καθώς δεν εκφράζει μόνο ένα κίνητρο και ενδιαφέρον εκ μέρους του ατόμου αλλά μέσω αυτής το άτομο μπορεί να λάβει πολύ μεγαλύτερο ποσοστό πληροφοριών οι οποίες θα διακατέχονται από ακρίβεια και λεπτομέρειες απαραίτητες για την διεξαγωγή συμπερασμάτων (Heller, 1983, 1984).

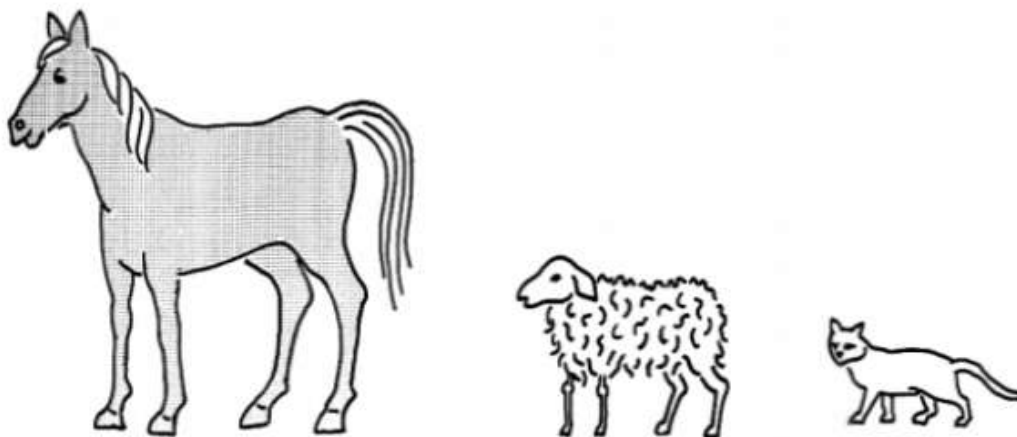
## 1.4 Μέσα και Τεχνικές Παραγωγής Απτικού Υλικού

### 1.4.1 Απτικά υλικά

Τα απτικά υλικά αποτελούν μια γενική ομάδα υλικών αφής, πολύ σημαντική για την πρόσληψη πληροφοριών από τα άτομα με ΠΟ, που μπορούν να τους εξασφαλίσουν σε μεγάλο βαθμό την ισότιμη και αποτελεσματική συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία και την υποβοήθηση της καθημερινής τους διαβίωσης. Για παράδειγμα, η μετακίνηση των ατόμων με ΠΟ τόσο σε γνωστές όσο και σε μη γνωστές διαδρομές θα ήταν πολύ δύσκολη χωρίς τους απτικούς χάρτες. Το ίδιο δύσκολη θα ήταν και αντίληψη τους για αντικείμενα με τα οποία δεν μπορούν να έχουν πραγματική επαφή, είτε λόγω μεγέθους είτε άλλων παραγόντων, συνεπώς χωρίς τις απτικές εικόνες και αντικείμενα δεν θα μπορούσαν να αποκτήσουν μια ξεκάθαρη εικόνα αυτών των αντικειμένων, να συμμετέχουν σε σχετικές συζητήσεις κ.α. Τα απτικά υλικά ωστόσο, δεν είναι μόνο χρήσιμα για τα άτομα με ΠΟ, αντιθέτως μπορούν να φανούν πολύ χρήσιμα και γενικότερα στην εκπαίδευση μαθητών χωρίς ΠΟ (Παπαδόπουλος, 2015) αφού προσφέρουν μια τελείως διαφορετική οπτική των πραγμάτων που κάποιες φορές μπορεί να είναι και πιο αποτελεσματική σε σχέση με αυτή των οπτικών υλικών και βοηθημάτων (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011). Η μορφή ενός απτικού υλικού προκύπτει από τη μελέτη των βασικών χαρακτηριστικών του υλικού και τη διαδικασία επιλογής της παραγωγής του με συγκεκριμένα υλικά και συγκεκριμένη μέθοδο. Τα βασικά χαρακτηριστικά μπορεί να είναι το σχήμα, οι διαστάσεις, οι αναλογίες, η υφή ή διάφορα άλλα γνωρίσματα του αντικειμένου (Παπαδόπουλος, 2015· Eriksson, 1999). Παραδείγματα απτικών υλικών αποτελούν οι ανάγλυφες εικόνες / απτικές εικόνες και οι χάρτες αφής (ανάγλυφοι χάρτες) ή απτικά διαγράμματα δύο διαστάσεων, οι μακέτες και οι ολόγλυφες μορφές / τρισδιάστατα αντικείμενα και τα εκπαιδευτικά βαλιτσάκια/ μουσειοσκευές.

### Ανάγλυφες/ απτικές εικόνες

Οι απτικές εικόνες είναι εικόνες που μπορούν να γίνουν αντιληπτές μέσω της αίσθησης της αφής και της απτικής διερεύνησης (Eriksson, 1999). Κύριο στοιχείο των απτικών εικόνων είναι η χρήση διαφορετικών υφών για τα διάφορα μέρη που συνθέτουν μια εικόνα. Ο αναγνώστης με ΠΟ διερευνώντας την εικόνα μπορεί να



**Εικόνα 1.** Στο σχήμα φαίνεται η απτική μορφή, ενός αλόγου, ενός προβάτου και μιας γάτας, καθώς και η σχέση μεγέθους τους (Παπαδόπουλος, 2015).

διακρίνει τις εναλλαγές στην υφή, να συνδέσει τα διάφορα ερεθίσματα και να διαμορφώσει την συνολική νοητική εικόνα του αντικειμένου που απεικονίζεται (Παπαδόπουλος, 2015). Οι απτικές εικόνες δίνουν επίσης πληροφορίες για το μέγεθος και τη σχέση μεγέθους των διάφορων αντικειμένων. Αν για παράδειγμα σε μια εικόνα απεικονίζεται ένα άλογο ένα πρόβατο και μια γάτα, ο αναγνώστης εκτός από τα χαρακτηριστικά και τη μορφή του κάθε ζώου κατανοεί ότι το άλογο είναι τριπλάσιο η τετραπλάσιο σε μέγεθος από το πρόβατο και ομοίως αυτό από τη γάτα (Παπαδόπουλος, 2015).

### Χάρτες αφής / απτικά διαγράμματα

Οι χάρτες αφής έχουν σκοπό να παρέχουν στα άτομα με ΠΟ τις απαραίτητες πληροφορίες για τα στοιχεία του περιβάλλοντος μέσα από απτικές, οπτικές και απτικο-οπτικές αναπαραστάσεις χωρικών σχεδίων (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011· Παπαδόπουλος, 2015). Συνεπώς, οι πληροφορίες αυτές γίνονται αντιληπτές

είτε μέσω της αφής, είτε της όρασης ή με έναν συνδυασμό και των δύο αυτών αισθήσεων. Ένας χάρτης αφής απεικονίζει δηλαδή τη διάταξη των στοιχείων ενός περιβάλλοντος και τις σχέσεις μεταξύ αυτών των στοιχείων στο χώρο (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011). Με τη χρήση τέτοιων χαρτών, το άτομο που έχει σοβαρά ΠΟ θα έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει ένα νοητικό χάρτη με συγκεκριμένα σημεία αναφοράς, γεγονός που θα του εξασφαλίσει έναν προσανατολισμό για τη μετακίνηση του αυξάνοντας σημαντικά τους βαθμούς ασφάλειας και ανεξαρτησίας του.

Τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά ενός χάρτη αφής είναι υπερυψωμένα ώστε να γίνονται αντιληπτά μέσω της απτικής διερεύνησης του (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011), με τον όρο υπερύψωση εκφράζεται το ύψος των ανάγλυφων γραφικών μορφών και μπορεί να πάρει και αρνητικές τιμές οι οποίες μεταφράζονται απτικά ως «αυλάκι» (Παπαδόπουλος, 2015). Η υπερύψωση αποτελεί μία από τις 5 μεταβλητές των χαρτών αφής, οι οποίες είναι: υπερύψωση, υφή, μορφή (γεωμετρική ή παραστατική), μέγεθος (μεταβολή μήκους και επιφάνειας) και αξία (σχέση μεταξύ υπερυψωμένης και μη – υπερυψωμένης επιφάνειας) (Παπαδόπουλος, 2000, 2015).

Ανάλογα με το είδος του χάρτη, το οποίο ταυτίζεται και με τον σκοπό κατασκευής του, αλλάζουν οι πληροφορίες που θα απεικονίζονται, η κλίμακα χαρτογράφησης, οι διαστάσεις και αναλογίες του καθώς και τα σύμβολα (Παπαδόπουλος, 2015).

Έτσι διακρίνονται τρεις τύποι χαρτών αφής (Παπαδόπουλος, 2015):

#### 1. Χάρτες κινητικότητας

Απεικονίζουν τη θέση των στοιχείων μιας περιορισμένης περιοχής και τη σχέση μεταξύ αυτών των στοιχείων με μεγάλη ακρίβεια, προσφέροντας ασφαλή περιήγηση των ατόμων με ΠΟ σε αυτή τη περιοχή.

#### 2. Χάρτες προσανατολισμού

Είναι χάρτες μικρότερης κλίμακας σε σχέση με αυτούς της κινητικότητας και προσφέρουν τη δυνατότητα γενικότερης διερεύνησης μίας περιοχής, χωρίς να είναι τόσο λεπτομερείς.

#### 3. Χάρτες γενικής αναφοράς

Περιέχουν κυρίως γεωγραφικές πληροφορίες και είναι μικρότεροι σε κλίμακα σε σχέση με τους άλλου τύπου χαρτών, καθώς απεικονίζουν πολύ μεγάλες περιοχές σε έκταση π.χ. την Ελλάδα. Ο σκοπός τους είναι πληροφοριακός και εκπαιδευτικός.

**Εικόνα 2.** Ανάγλυφος χάρτης (γενικής αναφοράς) των οικονομικών κέντρων της Ελλάδας κατά το 18ο αιώνα.

Πηγή: Βιβλίο Ιστορίας ΣΤ΄ δημοτικού σε κώδικα μπράιγ – ΚΕΑΤ



**Εικόνα 3.** Ανάγλυφος οπτικοακουστικός χάρτης (κινητικότητας) στο Πανεπιστήμιο Μακεδονίας που παρέχει πληροφορίες και περιγραφές για χώρους και διαδρομές σε ολόκληρο το Πανεπιστήμιο.

#### Μακέτες / τρισδιάστατες κατασκευές

Οι μακέτες αποτελούν τρισδιάστατες κατασκευές απεικόνισης ενός χώρου (π.χ. γήπεδο, πεδίο μάχης, πανεπιστημιακός χώρος) ή ενός αντικειμένου (π.χ. ιστορικό μνημείο). Πρόκειται στην ουσία για μοντέλα απεικόνισης μιας πραγματικής κατάστασης σε τρεις διαστάσεις. Εάν αυτά τα θέματα απεικονίζονταν σε μορφές δύο διαστάσεων, θα ήταν πολύ δύσκολο για τους μαθητές με ΠΟ να τα αντιληφθούν και να αποκτήσουν μια ξεκάθαρη και σαφή εικόνα (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011).



**Εικόνα 4.** Μακέτα της Ακρόπολης – Πηγή: Αποθετήριο ΕΚΤ

«Ακρόπολη – 5ος αι. π.Χ. Μακέτα. Άποψη από δυτικά.»

[http://repository.acropolis-education.gr/acr\\_edu/handle/11174/278](http://repository.acropolis-education.gr/acr_edu/handle/11174/278)

#### Ολόγλυφες μορφές / τρισδιάστατα αντικείμενα

Οι ολόγλυφες μορφές στην ουσία αποτελούν και αυτές, όπως οι μακέτες μοντέλα απεικόνισης μιας πραγματική κατάστασης. Με άλλα λόγια πρόκεινται για

περίβλεπτες μορφές τις οποίες οι μαθητές μπορούν να διερευνήσουν απτικά και να επεξεργαστούν από όλες τις πλευρές (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου, 2011). Είναι πιστά αντίγραφα διαφόρων αντικειμένων (π.χ. προτομή) ή μικρογραφίες τους αν πρόκειται για αντικείμενα μεγάλων διαστάσεων π.χ. άγαλμα.

#### Εκπαιδευτικά βαλιτσάκια / μουσειοσκευές

Πρόκειται για μικρές βαλίτσες οι οποίες περιέχουν εκπαιδευτικό και εποπτικό υλικό σχετικά με το μουσείο από το οποίο προέρχονται πάνω σε συγκεκριμένες και διάφορες θεματικές για επεξεργασία στο χώρο του σχολείου. Δανείζονται στους εκπαιδευτικούς για κάποιο διάστημα (περίπου 10 ημέρες) με σκοπό την προετοιμασία των μαθητών για την επίσκεψή τους στο μουσείο, γεγονός που συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη εφαρμογή εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Μέσα σε κάθε βαλιτσάκι μπορεί να υπάρχουν εργαλεία, διαφάνειες, ανάγλυφες αναπαραστάσεις, κατασκευές αφίσες, εικόνες με αφήγηση, πανό θρανίου, παιχνίδια καθώς και ένα ειδικό υποστηρικτικό φυλλάδιο για τον εκπαιδευτικό, που τον κατευθύνει να χρησιμοποιήσει το προσφερόμενο υλικό με τον καταλληλότερο τρόπο.



**Εικόνα 5.** Πηγή: Αποθετήρια ΕΚΤ

«Πάμε στην Ακρόπολη»

[http://repository.acropolis-education.gr/acr\\_edu/handle/11174/174](http://repository.acropolis-education.gr/acr_edu/handle/11174/174)



**Εικόνα 6.** Πηγή: Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης

«“Ταξίδεψε” στη Σκιάθου»

<http://www.ert.gr/perifereiakoi-stathmoi/volos/archea-keramiki-stadimotika-scholia-tis-skiathou/>



#### 1.4.2 Μέσα και Τεχνικές Παραγωγής Απτικού Υλικού

Η κατασκευή απτικού υλικού μπορεί να πραγματοποιηθεί τόσο με μηχανικές μεθόδους, όσο και με απλές χειροποίητες μεθόδους χρησιμοποιώντας απλά καθημερινά υλικά, όπως ύφασμα, ξύλο, μέταλλο, πλαστικό χαρτί, υαλόχαρτο κ.α. (Παπαδόπουλος 2000, 2005, 2015). Χρησιμοποιώντας την κατάλληλη μέθοδο και με την σωστή επεξεργασία των πρώτων υλών είναι δυνατόν να κατασκευαστούν από απλά αντικείμενα μέχρι και σύνθετες τεχνικές κατασκευές και δομές (Παπαδόπουλος, 2015).

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιηθεί πολλές και διάφορες μέθοδοι για την παραγωγή απτικού υλικού για τα άτομα με ΠΟ. Κάποιες από αυτές εξελίσσουν και βελτιώνουν τις ήδη υπάρχουσες χειροποίητες τεχνικές ενώ άλλες περιλαμβάνουν νεότερες και πιο σύγχρονες τεχνολογίες (Παπαδόπουλος 2000, 2015). Παρ' όλα αυτά μόνο λίγες από αυτές χρησιμοποιούνται για την εμπορική παραγωγή, καθώς κάποιες από αυτές μπορεί να είναι είτε πολύ ακριβές, είτε πολύ χρονοβόρες ή να μην προσφέρουν την δυνατότητα παραγωγής πολλαπλών αντιγράφων. Οι δύο πιο διαδεδομένες και χρησιμοποιούμενες μέθοδοι είναι: α) η θερμοαντιγραφική ή θερμομορφική μέθοδος (thermoform) με τη χρήση πλαστικού φύλλου και β) η στερεογραφική μέθοδος (stereo copying) στην οποία χρησιμοποιείται μικροκαψουλικό χαρτί (Αργυρόπουλος & Παντελιάδου. 2011· Παπαδόπουλος 2000, 2015).

Η θερμοαντιγραφική μέθοδος είναι μία τεχνική διάπλασης του πλαστικού φύλλου σε ένα καλούπι χρησιμοποιώντας το κενό αέρα ανάμεσα στο καλούπι και το πλαστικό φύλλο που έχει θερμανθεί (Eriksson, 1999· Παπαδόπουλος, 2000, 2015). Αυτή η μέθοδος προσφέρει τη δυνατότητα αναπαράστασης των αντικειμένων σε διαφορετικά επίπεδα, συνεπώς ένα αντικείμενο στην επιφάνεια της εικόνας μπορεί να διακριθεί από το άλλο, όχι μόνο από το σχήμα και την έκταση του αλλά και από τη διαφορά ύψους (Eriksson, 1999).



Στην στερεογραφική μέθοδο σε αντίθεση με τη θερμοαντιγραφική είναι εφικτό μόνο ένα επίπεδο αναπαράστασης των αντικειμένων (Eriksson, 1999). Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της παραγωγής είναι ένα κοινό φωτοτυπικό μηχάνημα και ένα στερεοαντιγραφικό μηχάνημα (Παπαδόπουλος, 2000, 2015). Η τελική ανάγλυφη εικόνα προκύπτει από ένα ειδικό θερμοευαίσθητο χαρτί, η επιφάνεια του οποίου αποτελείται από μικροκάψουλες, οι οποίες είναι εμποτισμένες με αλκοόλη. Το ειδικό αυτό χαρτί διερχόμενο από το στερεοαντιγραφικό μηχάνημα, θερμαίνεται και τα σημεία που περιείχαν μαύρο μελάνι διογκώνονται – φουσκώνουν και έτσι προκύπτει η ανάγλυφη εικόνα (Παπαδόπουλος, 2000, 2015).

Σχέδια, εικόνες, χάρτες και σχήματα μπορούν να δημιουργηθούν και με τον εκτυπωτή embosser σε συνδυασμό με τη χρήση ενός ειδικού λογισμικού (Ευσταθίου, 2007 – 2013). Οι ανάγλυφες εικόνες που θα προκύψουν σε αυτή την περίπτωση, σχηματίζονται από κουκίδες με κύριες παραμέτρους: α) το ύψος τους και β) η πυκνότητά τους. Απλά σχέδια και σχήματα (εκτός του κύκλου) μπορούν να κατασκευαστούν ακόμα και στη μηχανή μπράιγ, πάλι με τη χρήση κουκίδων, τα οποία όμως θα πρέπει να είναι πολύ απλά και εύκολα αναγνωρίσιμα για να έχουν αξία (Ευσταθίου, 2007 – 2013· Porter, 2002 – 2003) .

Τα τελευταία χρόνια εκτός από τις μηχανές εκτύπωσης μπράιγ και τους ανάγλυφους εκτυπωτές, μεγάλη διάδοση και χρησιμότητα έχει γνωρίσει και ένα άλλο είδος εκτυπωτών, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές (3D printers). Οι εκτυπωτές αυτοί διαφέρουν από τους εκτυπωτές embossers και τους άλλους εκτυπωτές παραγωγής απτικού υλικού καθώς οι συγκεκριμένοι έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν τρισδιάστατα και όχι δυσδιάστατα αντίγραφα οποιουδήποτε αντικειμένου με πολύ απλό, γρήγορο και σχετικά οικονομικό τρόπο. Είναι γεγονός πως οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές αποτελούν πλέον ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για τη δημιουργία ξεχωριστού απτικού υλικού και εφόδιο για την εκπαίδευση των ατόμων με ΠΟ· καθώς όχι μόνο παρέχει τεράστιες δυνατότητες στους εκπαιδευτικούς αλλά και ένα πολύ λειτουργικό υλικό στα χέρια των ατόμων με ΠΟ. Εκτενής περιγραφή για τη λειτουργία και την χρήση των τρισδιάστατων εκτυπωτών, οι οποίοι αποτελούν και το αντικείμενο μελέτης της εργασίας μου, γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο.

### 1.4.3 Τρισδιάστατη εκτύπωση

Τι είναι η τρισδιάστατη εκτύπωση:

Όπως το μαγικό ραβδί των παραμυθιών δίνει τη δυνατότητα και τη δύναμη στο μάγο να δημιουργήσει οποιοδήποτε αντικείμενο έχει βάλει στο μυαλό του ανά πάσα στιγμή και να κατευθύνει τον κόσμο όπως τον έχει σχεδιάσει, έτσι και η τρισδιάστατη εκτύπωση μας προσφέρει την δυνατότητα ελέγχου στο φυσικό κόσμο. Η τρισδιάστατη εκτύπωση δίνει στο μέσο άνθρωπο ισχυρά νέα εργαλεία σχεδίασης και παραγωγής αντικειμένων.

Σήμερα, ο μέσος οικιακός- προσωπικός τρισδιάστατος εκτυπωτής μπορεί να κάνει ένα πλαστικό αντικείμενο τόσο μεγάλο όσο ένα κουτί παπουτσιών ενώ οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές βιομηχανικής κλίμακας μπορούν να κατασκευάσουν ένα αντικείμενο τόσο μεγάλο όσο ένα αυτοκίνητο ή τόσο μικρό όσο το ελάχιστο ορατό κεφάλι μιας καρφίτσας.

Όταν οι περισσότεροι άνθρωποι ακούν για πρώτη φορά για την τρισδιάστατη εκτύπωση το μυαλό τους πηγαίνει στους παλιούς οικείους εκτυπωτές γραφείου. Ενώ περιλαμβάνει την λέξη “εκτύπωση” , η τρισδιάστατη εκτύπωση δεν έχει παρά ελάχιστη σχέση με τη συμβατική εκτύπωση δύο διαστάσεων. Η μεγαλύτερη διαφορά ανάμεσα σε ένα εκτυπωτή μελάνης και έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή είναι μία από τις διαστάσεις. Ένας εκτυπωτής γραφείου εκτυπώνει σε δύο διαστάσεις, ψεκάζοντας χρωματισμένο μελάνι πάνω σε επίπεδο χαρτί. Ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής κατασκευάζει αντικείμενα τριών διαστάσεων τα οποία μπορείς να κρατήσεις στα χέρια σου (Lipson & Kurman, 2012).

Η τρισδιάστατη εκτύπωση αποκαλείται αλλιώς είτε «παραγωγή πρόσθετων υλών» (additive manufacturing) ή «ταχεία προτυποποίηση» (rapid prototyping) (Evans, 2012· Ventola, 2014) και πρόκειται εν ολίγοις για τη δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων χρησιμοποιώντας πλαστικό και άλλα υλικά όπως το μέταλλο ή μίξη πολλών μετάλλων, κεραμικά, γυαλί ή ακόμα και ζωντανά κύτταρα (Evans, 2012· Lipson & Kurman, 2012· Ventola, 2014).

Πιο συγκεκριμένα, οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές φτιάχνουν αντικείμενα ακολουθώντας εντολές από ένα υπολογιστή για το πώς να στοιβάξει την πρώτη ύλη σε στρώματα (Lipson & Kurman, 2012· Ventola, 2014).

Ο υπολογιστής παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην διαδικασία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, χωρίς εντολές από ένα υπολογιστή ο τρισδιάστατος εκτυπωτής δεν μπορεί να λειτουργήσει. Ένας τρισδιάστατος υπολογιστής μπορεί να λειτουργήσει όταν δέχεται οδηγίες από ένα λογισμικό σχεδιασμού ( στο οποίο το άτομο έχει σχεδιάσει το αντικείμενο προς εκτύπωση) που τρέχει στον υπολογιστή (Evans, 2012· Lipson & Kurman, 2012).

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το πρώτο βήμα για τη διαδικασία εκτύπωσης τρισδιάστατων αντικειμένων είναι η δημιουργία ενός ψηφιακού εκτυπώσιμου σχεδίου σε κάποιο εξειδικευμένο λογισμικό ανάλογα με τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη και τη φύση του αντικειμένου προς εκτύπωση. Υπάρχουν πολλά και διάφορα λογισμικά τρισδιάστατου σχεδιασμού το καθένα από τα οποία εξυπηρετεί διαφορετικούς σκοπούς. Δηλαδή, κάποια είναι γενικής χρήσης και δίνουν πολλές ελευθερίες στους χρήστες ενώ άλλα είναι πιο εξειδικευμένα με πιο δυνατά τεχνικά χαρακτηριστικά, κάποια είναι εύκολα στη χρήση τους ενώ άλλα είναι πιο πολύπλοκα και απαιτούν περισσότερες γνώσεις. Συνεπώς, η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού είναι υποκειμενική και γίνεται ανάλογα με τις ανάγκες και τις δεξιότητες του κάθε χρήστη.

#### Πως λειτουργεί ένας τρισδιάστατος εκτυπωτής

Γενικά υπάρχουν πάρα πολλές διαδικασίες τρισδιάστατης εκτύπωσης, οι οποίες χρησιμοποιούν ποικίλες τεχνολογίες εκτυπωτών και ταχύτητες και εκατοντάδες υλικά (Evans, 2012). Ωστόσο υπάρχει ένα κεντρικό μοτίβο το οποίο ακολουθούν όλοι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές.

Ο τρισδιάστατος εκτυπωτής, καθοδηγούμενος από τις οδηγίες του λογισμικού σχεδιασμού στερεοποιεί κονιοποιημένο, τετηγμένο ή υγρό υλικό σε μία συγκεκριμένη επίπεδη βάση. Αφού στερεοποιηθεί το πρώτο στρώμα, επιστρέφει η "κεφαλή εκτύπωσης" και σχηματίζει ένα άλλο λεπτό στρώμα πάνω από το πρώτο. Όταν το δεύτερο στρώμα στερεοποιηθεί, η κεφαλή εκτύπωσης επιστρέφει ξανά και εναποθέτει ένα άλλο λεπτό στρώμα πάνω από αυτό. Τελικά, τα λεπτά επίπεδα δημιουργούν και σχηματίζουν ένα τρισδιάστατο αντικείμενο (Lipson & Kurman, 2012).

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι δεν χρειάζεται κάποιος να είναι εκπαιδευμένος σχεδιαστής ή μηχανικός προκειμένου να σχεδιάσει και να εκτυπώσει ένα

τριδιάστατο αντικείμενο, μπορεί ο καθένας μας μαθαίνοντας κάποιες βασικές διαδικασίες.

#### 1.4.4 Οι τριδιάστατοι εκτυπωτές και η εκπαίδευση ατόμων με ΠΟ

Τα τελευταία χρόνια, η ταχύτατη ανάπτυξη των τεχνολογιών τριδιάστατης εκτύπωσης έχει επιφέρει σημαντικές εφαρμογές για τα άτομα με αναπηρίες γενικά και για εκείνους με προβλήματα όρασης ειδικά. (Jafri & Abid Ali, 2015)

Πιο συγκεκριμένα, οι τριδιάστατοι εκτυπωτές διατίθενται σε ολοένα και πιο προσιτές τιμές καθώς εξελίσσονται πολύ γρήγορα, αφορούν ένα ευρύ κοινό (γεγονός πολύ σημαντικό καθώς η πλειοψηφία της υποστηρικτικής τεχνολογίας που αφορά τα άτομα με ΠΟ είναι εξαιρετικά ακριβή εφόσον απευθύνεται σε μια περιορισμένη ομάδα χρηστών), αλλά επίσης παρέχονται με φιλικές προς το χρήστη διεπαφές που επιτρέπουν στους μη ειδικούς να δημιουργούν προσαρμοσμένα προϊόντα για να καλύψουν τις ανάγκες τους (Jafri & Abid Ali, 2015). «Επί του παρόντος, η τριδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τα άτομα με ΠΟ από δύο προοπτικές: πρώτον, παρέχοντας τους απτικές αναπαραστάσεις οπτικών πληροφοριών, χρήσιμες σε τομείς όπως η εκπαίδευση και η πλοήγηση και δεύτερον, καθιστώντας τους ικανούς να δημιουργήσουν και να προσαρμόσουν τις δικές τους υποστηρικτικές συσκευές.» ( Jafri & Abid Ali, 2015, 55 - 58). Προσωπικά, θα επικεντρωθώ στην πρώτη προοπτική που αφορά την εκπαίδευση και την πλοήγηση.

Όσον αφορά τον τομέα της εκπαίδευσης και της πλοήγησης, ως φυσικά ζωτικό κομμάτι της εκπαίδευσης, η τριδιάστατη εκτύπωση μπορεί να έχει τις εξής εφαρμογές:

##### ❖ *Τριδιάστατοι χάρτες και πλοήγηση*

Είναι γνωστό πως παλαιότερα οι χάρτες των βλεπόντων φτιάχνονταν χειρωνακτικά από τους χαρτογράφους με γνώσεις που είχαν μεταδοθεί από στόμα σε στόμα ή από ανεπίσημες κατευθυντήριες γραμμές (Götzelmann & Pavkovic, 2014). Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η παραγωγή των χαρτών αποτελεί πλέον μία αυτοματοποιημένη διαδικασία που χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και ακολουθεί κάποιους γενικούς κανόνες, με αποτέλεσμα όλοι να έχουμε άμεση πρόσβαση σε αυτούς κάνοντας απλά μια πλοήγηση στο διαδίκτυο (Götzelmann & Pavcovik, 2014).

Αντιθέτως, όσον αφορά στους απτικούς χάρτες η τεχνολογία δεν έχει φτάσει τόσο μακριά ακόμη. (Götzelmann & Pavcovik, 2014) .

Για την δημιουργία απτικών χαρτών μέχρι σχετικά προσφάτως χρησιμοποιούνταν αντίστοιχα χειρωνακτικές μέθοδοι που ακολουθούσαν ανεπίσημες κατευθυντήριες γραμμές και σαφώς ήταν αδύνατη η μαζική παραγωγή χαρτών που να προσαρμόζεται στις ανάγκες του κάθε ατόμου (Götzelmann & Pavkovic, 2014). Τώρα, η τρισδιάστατη εκτύπωση χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ως μία βολική μέθοδος για την παραγωγή απτικών χαρτών, τόσο εξωτερικών όσο και εσωτερικών χώρων – περιοχών, για τα άτομα με ΠΟ καθώς πρώτον, έρευνες έχουν δείξει ότι οι τρισδιάστατοι απτικοί χάρτες βοηθούν τα άτομα με ΠΟ στην χωρική αντίληψη άγνωστων περιβάλλοντων και στον προσανατολισμό τους ( Voigt & Martens, 2006) και δεύτερον, αποτελεί ένα οικονομικό τρόπο παραγωγής χαρτών τον οποίο μπορεί ο καθένας να χρησιμοποιήσει προσαρμόζοντας τις διάφορες λεπτομέρειες στις προσωπικές του ανάγκες ( π.χ. σύμβολα, στάσεις και δρομολόγια τρένων και λεωφορείων, άλλες διαδρομές κ.λπ.). Τέλος, να σημειωθεί ότι με την ανάπτυξη της τρισδιάστατης εκτύπωσης για τη δημιουργία απτικών χαρτών ενισχύεται η αυτονομία των ατόμων με ΠΟ. (Götzelmann & Pavkovic, 2014)

❖ *Αποκρυπτογράφηση του περιεχομένου των φυσικών, ψηφιακών και τυπωμένων εικόνων*

Οι φυσικές, ψηφιακές και οι τυπωμένες εικόνες αντιπροσωπεύουν μια μεγάλη πηγή ποικίλων πληροφοριών στην καθημερινή ζωή, όπως για παράδειγμα αναπαραστάσεις αντικειμένων, ανθρώπων, τοπίων, διαγραμμάτων κ.λπ., στις οποίες, δυστυχώς, τα άτομα με ΠΟ έχουν περιορισμένη πρόσβαση, εάν όχι καθόλου, μέσω λεκτικών περιγραφών από κάποιον τρίτο ή απτικών εικόνων οι οποίες συχνά δεν μπορούν να αποδώσουν την εικόνα λεπτομερώς παρά μόνο χονδρικά. (Götzelmann & Pavkovic, 2014). Μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης όμως, είναι πλέον εφικτό για τα άτομα με ΠΟ να αποκτήσουν απτικές αναπαραστάσεις αυτών των εικόνων και να τις εξερευνήσουν απτικά. Για παράδειγμα, έχει εισαχθεί μία μέθοδος η οποία μεταφράζει τις γραφικές παραστάσεις και τα στατιστικά γραφήματα που βρίσκονται στο διαδίκτυο σε τρισδιάστατα μοντέλα προκειμένου να αποκτήσουν τα άτομα με ΠΟ πρόσβαση στα εκλογικά δεδομένα και αποτελέσματα (Bajcsy, Li-Babboud & Brady, 2013). Όπως επίσης, δεν μπορεί να μην αναφερθεί εδώ η μετατροπή βιβλίων με

εικονοϊστορίες σε τρισδιάστατα απτικά βιβλία με τρισδιάστατες φιγούρες συνοδευόμενα κάποιες φορές με Braille κείμενο, από ερευνητές του Πανεπιστημίου του Κολοράντο (The Tactile Book Project, Abigale Stangl, Jeeun Kim & Tom Yeh, 2014).

❖ *Απτική εξερεύνηση απομακρυσμένων, τεράστιων, μικροσκοπικών και απτικά μη προσβάσιμων αντικειμένων*

Πολλά αντικείμενα είναι αδύνατο να εξερευνηθούν μέσω της αφής είτε λόγω του μεγέθους τους ( μπορεί να είναι είτε πολύ μεγάλα π.χ. οικοδομήματα και αγάλματα ή πολύ μικρά π.χ. μόρια ατόμων), ή της απόστασης τους από το άτομο (π.χ. πλανήτες και απομακρυσμένα αντικείμενα) ή της αδυναμίας προσέγγισής τους απτικά, παρά την φυσική τους εγγύτητα (π.χ. εσωτερικά σωματικά όργανα, εκθέματα μουσείων) (Götzelmann & Pavkovic, 2014). Παρόλα αυτά από τη στιγμή που όλα αυτά τα αντικείμενα έχουν γίνει οπτικά αντιληπτά χρησιμοποιώντας διάφορα εργαλεία όπως τηλεσκόπια, μικροσκόπια, μπορούν πλέον μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης να αναπαρασταθούν ως τρισδιάστατα αντικείμενα και να εξερευνηθούν απτικά.

Μερικά παραδείγματα του πως η τρισδιάστατη εκτύπωση έχει χρησιμοποιηθεί κατά αυτόν τον τρόπο είναι τα εξής:

- Δημιουργία κτηρίων - ορόσημα και άλλων τοπικών ορόσημων (The Guide4Blind project, 2013 )  
<http://www.3ders.org/articles/20130521-sightseeing-by-touch-experience-the-world-with-3d-models.html>
- Δημιουργία ιστορικών κτηρίων (όπως το Taj Mahal) από μια βιβλιοθήκη στη Λιθουανία (Grunewald, 2014)  
<https://3dprintingindustry.com/news/steve-wozniak-lithuanian-celebrities-help-blind-see-3d-printed-models-30723/>
- Δημιουργία αναπαραστάσεων διάσημων και σημαντικών προσώπων από μια βιβλιοθήκη στη Λιθουανία (Grunewald, 2014)  
<https://3dprintingindustry.com/news/steve-wozniak-lithuanian-celebrities-help-blind-see-3d-printed-models-30723/>
- Δημιουργία εκπαιδευτικού υλικού και τρισδιάστατων μοντέλων αστρονομικών αντικειμένων για καλύτερη κατανόηση κάποιων αστροφυσικών εννοιών (NASA's 3D Astronomy project)

[http://hubblesite.org/get\\_involved/hubble\\_hangouts](http://hubblesite.org/get_involved/hubble_hangouts) ,

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_9D2ha4Vpv8](https://www.youtube.com/watch?v=_9D2ha4Vpv8)

- Δημιουργία αναπαραστάσεων ενός μωρού που μεγαλώνει στη μήτρα της μητέρας τους (Feto3Project, Baklinski, 2014)

<https://www.lifesitenews.com/news/3d-printing-lets-blind-parents-hold-model-of-their-unborn-child>

- Δημιουργία παζλ που φέρουν πάνω τους και γραφή Μπράιγ, έτσι με την ένωση των κομματιών να σχηματίζεται και το επιθυμητό αντικείμενο π.χ. ψάρι αλλά και η αντίστοιχη ονομασία του (Fittle project).

<http://fittle-project.com/>

- Δημιουργία αντιγράφων αντικειμένων έπειτα από λεκτική εντολή σε μια μηχανή αναζήτησης, δηλαδή το παιδί με ΠΟ καθορίζει λεκτικά το αντικείμενο για το οποίο θέλει να μάθει και αφού το αντικείμενο εντοπιστεί στη μηχανή αναζήτησης Yahoo, εκτυπώνεται τρισδιάστατα μια μικρή έκδοση του αντικειμένου προκειμένου να την εξερευνήσει απτικά το παιδί (Yahoo Japan's Hands on Search machine, Daileida, 2013)

<https://mashable.com/2013/09/30/yahoo-japan-blind-3d-printer/?euope=true#pB8DpY0gsmqW>

Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό χωρίς καμία αμφιβολία η παιδαγωγική και εκπαιδευτική αξία της τρισδιάστατης εκτύπωσης, καθώς μπορεί να εφοδιάσει τους εκπαιδευτικούς με πολύ σημαντικό, καινοτόμο και υποστηρικτικό διδακτικό υλικό έτσι ώστε οι μαθητές με ΠΟ να έχουν πρόσβαση σε όλο και περισσότερους τομείς της καθημερινής και εκπαιδευτικής ζωής και να έρθουν σε επαφή όχι μόνο με αντικείμενα που μέχρι τώρα δεν μπορούσαν να γίνουν εξολοκλήρου αντιληπτά παρά μόνο οπτικά αλλά και με την οπτική των βλέπόντων απέναντι στα αντικείμενα, γεγονός που θα οδηγήσει σε συγκρίσεις και σε μια πιο ολοκληρωμένη αντίληψη.

Με βάση τα παραπάνω ο ερευνητικός στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνήσει κατά πόσο οι τρισδιάστατες εκτυπωτές μπορούν να συμβάλλουν στην εκπαίδευση των ατόμων με ΠΟ και να λειτουργήσουν ως αρωγοί σε αυτό το δύσκολο και πολύπλοκο έργο. Επίσης, μέσω αυτής της εργασίας προσδοκάται να αναδειχθούν και άλλα θέματα προς διερεύνηση και προβληματισμό όπως για παράδειγμα τι σχέση

μπορεί να έχει το είδος της απτικής διερεύνησης που χρησιμοποιείται κάθε φορά με το αντικείμενο προς διερεύνηση ή τον ανθρώπινο παράγοντα.

## Κεφάλαιο 2. Μεθοδολογία

### 2.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε από την ερευνήτρια για να προσεγγίσει το προς μελέτη θέμα. Αρχικά θα παρουσιαστούν όλα τα στοιχεία σχετικά με το δείγμα της έρευνας και στη συνέχεια θα ακολουθήσει αναλυτική περιγραφή του ερευνητικού σχεδιασμού. Έπειτα, θα γίνει αναφορά στα εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, καθώς και στο υλικό που χρησιμοποιήθηκε κατά την απτική διερεύνηση.

### 2.2 Δείγμα της έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά εννέα άτομα, εκ των οποίων τα οκτώ αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας, ενώ το ένατο συνέβαλε στην πραγματοποίηση και ολοκλήρωση της όλης διαδικασίας – υλοποίηση πειραμάτων - καθώς και στην κάλυψη αυτών μέσω φωτογράφισης. Όσον αφορά στο δείγμα συγκροτήθηκε από οκτώ άτομα συνολικά, όλοι βλέποντες, αν και αρχικός σκοπός της παρούσας πτυχιακής ήταν μέσα στο δείγμα να συμπεριλαμβάνονται και άτομα με ΠΟ. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν ήταν τελικά εφικτό λόγω μη διαθεσιμότητας των ατόμων με ΠΟ κατά τη διάρκεια των πειραμάτων με τρισδιάστατα υλικά.



Από τους οκτώ συμμετέχοντες στην έρευνα, οι πέντε ήταν άντρες και οι τρεις γυναίκες. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν φοιτητές/τριες του Πανεπιστημίου στη σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών και στο Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν είχε συμμετάσχει στο παρελθόν σε αντίστοιχη διαδικασία ενώ μόνο δύο από τους οκτώ ανέφεραν πως είχαν κάποια προηγούμενη εκπαιδευτική εμπειρία με τρισδιάστατα αντικείμενα και αυτή αφού ξεκίνησαν τη φοίτηση τους στο πανεπιστήμιο.

Όσον αφορά στο ηλικιακό φάσμα των συμμετεχόντων κυμαίνεται από 21 – 23, με μέσο όρο τα 22 έτη. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν ήταν έγγαμος ούτε είχε παιδιά.

### 2.3 Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η ερευνητική διαδικασία αποφασίστηκε να χωριστεί σε 4 φάσεις προκειμένου να είναι πιο εύκολο για την ερευνήτρια να επεξεργαστεί τα ποικίλα δεδομένα αλλά και για να είναι πιο ακριβής και ξεκάθαρη η παρουσίαση της έρευνας έτσι ακριβώς όπως πραγματοποιήθηκε.

#### Φάση 1

Η πρώτη φάση αποτελείται από τις πιλοτικές δοκιμές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων σε εξειδικευμένο λογισμικό, από τη ερευνήτρια. Σε αυτή τη φάση όπως περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω (κεφ. 3) η ερευνήτρια επιχείρησε να εξοικειωθεί με τη χρήση ενός λογισμικού σχεδίασης τρισδιάστατων, προκειμένου να σχεδιάσει 2 αντικείμενα έτοιμα προς εκτύπωση.

#### Φάση 2

Η δεύτερη φάση της ερευνητικής διαδικασίας περιλαμβάνει τις συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν με τους συμμετέχοντες, προκειμένου να διερευνηθούν τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, το γνωστικό τους υπόβαθρο καθώς και προηγούμενες σχετικές εμπειρίες. Η ερευνήτρια μέσα σε φιλική ατμόσφαιρα απεύθυνε ερωτήσεις και προσδοκούσε να λάβει τις αντίστοιχες απαντήσεις από τη μεριά των συνεντευξιζόμενων. Τέλος, ενημέρωνε τους συμμετέχοντες για την

διαδικασία που επρόκειτο να ακολουθήσει. Όλη η διαδικασία μαγνητοφωνούνταν και η διάρκεια αυτής της φάσης ήταν περίπου 5 λεπτά για κάθε συμμετέχοντα.

### Φάση 3

Η φάση 3 αποτελεί το στάδιο της απτικής διερεύνησης τεσσάρων τρισδιάστατων αντικειμένων από τους συμμετέχοντες. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε στον κάθε συμμετέχοντα ήταν ίδια κατά την απτική διερεύνηση όλων των αντικειμένων. Η ερευνήτρια έκλεινε τα μάτια κάθε συμμετέχοντα με μία μάσκα προκειμένου να προχωρήσουν στην απτική διερεύνηση των αντικειμένων, στη συνέχεια τον ενημέρωνε για την επικείμενη τοποθέτηση του κάθε αντικειμένου στα χέρια του. Αρχικά δόθηκαν λίγα λεπτά στον κάθε συμμετέχοντα να ψηλαφίσει το αντικείμενο και έπειτα ζητήθηκε κατά τη διάρκεια της ψηλάφησης να περιγράψει ελεύθερα τις σκέψεις και τις εκτιμήσεις του για το κάθε αντικείμενο. Οι συμμετέχοντες μαγνητοφωνούνταν και σε αυτή τη φάση η οποία διήρκησε περίπου 15 λεπτά για τον κάθε ένα.

### Φάση 4

Αφού ολοκληρωνόταν η απτική διερεύνηση εν συνεχεία ακολουθούσε στον ίδιο χώρο μια συνέντευξη-συζήτηση με τον κάθε συμμετέχοντα, με στόχο την καταγραφή των εντυπώσεων του σχετικά με την εμπειρία που μόλις βίωσε και για τον τρόπο με τον οποίο αντιμετώπισε και συμπεριφέρθηκε συνειδητά ή ασύνειδα κατά την απτική διερεύνηση. Η συνέντευξη μαγνητοφωνούνταν και η χρονική της διάρκεια ήταν περίπου 10 λεπτά.

## 2.4 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση διάφορων μέσων και εργαλείων. Πραγματοποιήθηκαν δύο συνεντεύξεις με κάθε συμμετέχοντα, μία πριν την έναρξη της απτικής διερεύνησης (φάση 2) και μία μετά την ολοκλήρωσή της (φάση 4) καθώς και μαγνητοφωνήσεις τόσο κατά τη διάρκεια των συνεντεύξεων όσο και κατά τη διάρκεια των απτικών διερευνήσεων.

Για παράδειγμα κάποιες από τις ερωτήσεις που έγιναν στους συμμετέχοντες κατά την πρώτη συνέντευξη είναι:

“Έχεις ξανά συμμετάσχει σε αντίστοιχη διαδικασία;”

“Έχεις οποιαδήποτε εκπαιδευτική εμπειρία με τρισδιάστατα αντικείμενα στο παρελθόν;”

“Σε μία κλίμακα από 1- 8, πόσο συχνά χρησιμοποιείς την αφή αντί της όρασης και πότε;”

Ενώ κάποιες ερωτήσεις που τέθηκαν κατά την δεύτερη συνέντευξη είναι:

“Ποιο αντικείμενο σε δυσκόλεψε περισσότερο και γιατί;”

“Χρησιμοποίησες ολιστική ή τμηματική προσέγγιση για την απτική διερεύνηση των αντικειμένων;”

“Πιστεύεις ότι αντίστοιχα αντικείμενα θα μπορούσαν να βοηθήσουν οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία για άτομα με ΠΟ;”

Τέλος, καθ’ όλη τη διάρκεια των απτικών διερευνήσεων πραγματοποιήθηκαν φωτογραφήσεις των χεριών των συμμετεχόντων με τα διάφορα αντικείμενα.

## 2.5 Υλικό

Όπως προαναφέρθηκε στην φάση 3 της ερευνητικής διαδικασίας χρησιμοποιήθηκαν κάποια τρισδιάστατα αντικείμενα τα οποία αποτελούν γνήσια εκτυπωμένα αντικείμενα από τρισδιάστατο εκτυπωτή. Τα αντικείμενα στο σύνολο τους είναι τέσσερα και αποτελούν τις εξής αναπαραστάσεις:

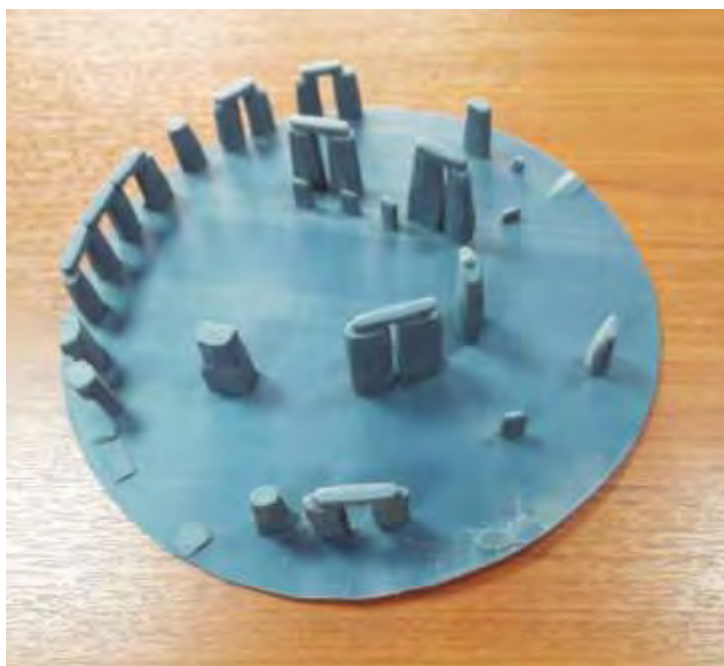
### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 1 - ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ

Περιγραφή: ο πύργος της Πίζας αποτελούταν από μια λεία και λεπτή κυκλική βάση πάνω στην οποία υπήρχε ένας τραχύς κύλινδρος σχεδιασμένος σε επίπεδα με διάφορες εσοχές και προεξοχές που σχημάτιζαν πολλά μικρά ορθογώνια παραλληλόγραμμα σαν παραθυράκια. Στο πάνω μέρος αυτού του κυλίνδρου υπήρχε ένας πιο μικρός τόσο σε διάμετρο όσο και σε μήκος, ο οποίος γύρω γύρω έφερε σχήματα σαν καμάρες και στο πάνω μέρος του είχε μία τρύπα. Τέλος ο κύλινδρος είχε μια ελαφρά κλίση προς τα δεξιά.



## ANTIKEIMENO 2 - STONE HENGE

Περιγραφή: το Stone Henge έμοιαζε με μία μακέτα. Αποτελούταν από μία λεία, κυκλική και λεπτή βάση η οποία έφερε διάσπαρτα στην επιφάνειά της διάφορες προεξοχές που έμοιαζαν με κολώνες/στύλους ή πύλες. Κάποιες προεξοχές ήταν τοποθετημένες περιφερειακά του κυκλικού δίσκου ενώ άλλες βρίσκονταν πιο κεντρικά μέσα στο δίσκο σαν να σχημάτιζαν ένα δεύτερο μικρότερο παράλληλο κύκλο.



### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 3 - ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ

Περιγραφή: ο αστερισμός του Ωρίωνα αποτελούσε μια τετράγωνη πλακέτα η οποία από την μία πλευρά ήταν ανάγλυφη. Στο κάτω μέρος της έφερε την επιγραφή «Αστερισμός Ωρίωνα» σε γραφή braille και από πάνω απεικονιζόταν ο εν λόγω αστερισμός μέσω συνεχών γραμμών που συναντιούνται σε κάποιες κουκίδες, άλλες πιο μικρές και άλλες πιο μεγάλες.



### ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 4 - ΠΙΣΤΟΝΙ

Περιγραφή: το πιστόνι δεν είχε τη μορφή κάπου συγκεκριμένου σχήματος, ήταν σαν ένα κουτάκι απροσδιόριστου σχήματος που μέσα περιείχε κάποιου είδους μηχανισμό που ανεβοκατέβαινε όταν τον γυρνούσες με τα χέρια σου. Στην εξωτερική πλευρά έφερε διαφόρων τύπων βίδες οι οποίες επίσης μπορούσαν να κινηθούν (στριφογύριζαν).



## Κεφάλαιο 3. Πιλοτικές Δοκιμές

### 3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα αναφερθούν οι δοκιμές σχεδιασμού τρισδιάστατων αντικειμένων που πραγματοποιήθηκαν από την ερευνήτρια στα πλαίσια της πρώτης φάσης της ερευνητικής διαδικασίας. Σε αυτή τη φάση έγινε προσπάθεια εκμάθησης και χρήσης ενός λογισμικού σχεδιασμού, προκειμένου να σχεδιαστούν δύο αντικείμενα (πιρούνι και σπίτι) έτοιμα προς εκτύπωση.

### 3.2 Δοκιμές για τη σχεδίαση τρισδιάστατων αντικειμένων

Οι δοκιμές για το σχεδιασμό των τρισδιάστατων αντικειμένων πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση ενός λογισμικού ονομαζόμενο SolidWorks, το οποίο είναι εξειδικευμένο για τη δημιουργία τρισδιάστατων σχεδίων. Η επιλογή του συγκεκριμένου λογισμικού βασίστηκε στον βαθμό ευκολίας χειρισμού του και στο γεγονός ότι αποτελεί ένα λογισμικό γενικής χρήσης. Το SolidWorks αποτελεί ένα λογισμικό 3D σχεδιασμού το οποίο δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού όγκων με συγκεκριμένες διαστάσεις για συγκεκριμένο σχήμα. Ο ορισμός αυτών των διαστάσεων γίνεται μέσω των sketches (σκίτσα) είτε πάνω σε ένα από τα επίπεδα που ορίζονται από τους 3 άξονες του χώρου, είτε σε ένα επίπεδο που ορίζει ο χρήστης, πάνω στο οποίο δημιουργεί το σημείο που επιθυμεί.

#### 3.2.1 Αντικείμενο 1 – Πιρούνι

Το πρώτο αντικείμενο που σχεδιάστηκε ήταν ένα πιρούνι. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

ΒΗΜΑ 1: Επιλογή του αντικειμένου προς σχεδίαση και εύρεση ενός δείγματος (πιρούνι).

ΒΗΜΑ 2: Μέτρηση των διαστάσεων του δείγματος. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά πραγματοποιήθηκε η μέτρηση της κάτοψης του πι

ΒΗΜΑ 3: Τυχαία επιλογή ενός επιπέδου του χώρου.

ΒΗΜΑ 3: Προσαρμογή των διαστάσεων του αντικειμένου προς εκτύπωση στις δυνατότητες του διαθέσιμου εκτυπωτή. Στην περίπτωση του πιρουνιού δεν χρειάστηκε προσαρμογή καθώς το μέγιστο μέγεθος που είναι δυνατό να εκτυπωθεί ήταν λίγο μεγαλύτερο από το μήκος του δείγματος, οπότε και σχεδιάστηκε η αντίστοιχη γραμμή μήκους του πιρουνιού.

ΒΗΜΑ 4: Ξεκινάει ο σχεδιασμός

- Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις του βήματος 2 και αφού έχει γίνει η επιλογή του επιπέδου, η οποία ήταν τυχαία, ξεκινάει ο σχεδιασμός της κάτοψης δημιουργώντας δύο κάθετες γραμμές που αντιπροσωπεύουν το μήκος και πλάτος του πιρουνιού – δείγματος. Έπειτα, έχοντας αυτές τις δύο γραμμές ως οδηγούς σχεδιάστηκαν οι υπόλοιπες γραμμές, που αντικατοπτρίζουν την μορφή του δείγματος. Πιο συγκεκριμένα δημιουργήθηκαν οι μύτες του

πιρουνιού καθώς και η λαβή του. Μέσω μιας από τις εντολές του προγράμματος (Boss extrude) η επιφάνεια που δημιουργείται από τις γραμμές μετατρέπεται σε έναν όγκο με ύψος όσο αυτό του πιρουνιού – δείγματος.

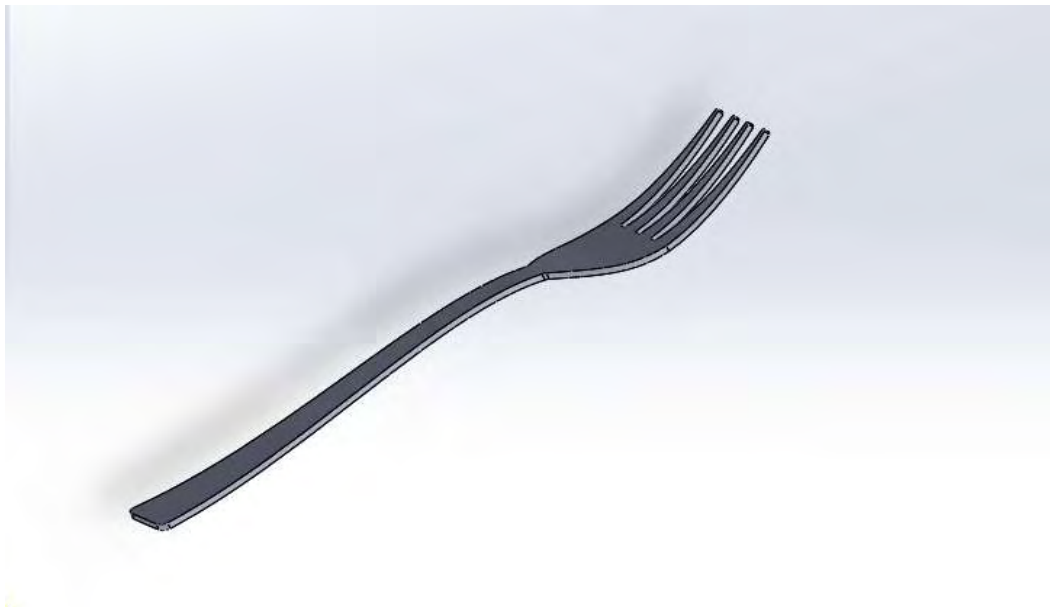


- Παρόμοια με τον σχεδιασμό της κάτοψης, σχεδιάζεται και η πλαϊνή όψη. Αυτή την φορά επιλέχθηκαν και σχεδιάστηκαν οι γραμμές που δημιουργούν την σιλουέτα του πιρουνιού καθώς και το πάχος του. Με τον όρο σιλουέτα εννοείται η καμπυλότητα που έχει το πιρούνι καθ' όλο το μήκος του όπως φαίνεται στην ακόλουθη φωτογραφία. Το επίπεδο που επιλέχθηκε είναι αυτό που αντιπροσωπεύει την πλαϊνή όψη. Δεν χρειάστηκε να σχεδιαστούν οι γραμμές – οδηγοί επειδή το σχέδιο έγινε έχοντας τον όγκο για καθοδήγηση.





- Ακολούθησε το κόψιμο των περιττών περιοχών γύρω από την σιλουέτα, μέσω μιας άλλης εντολής του προγράμματος (Cut Extrude) έτσι ώστε να προκύψει ένα πιρούνι με ίδιο πάχος σε όλου του το μήκος και ακμές 90 μοιρών στις περιοχές όπου μεταβαίνει από την κάτωψη στην πλαϊνή όψη.
- Τελικό στάδιο ήταν η μορφοποίηση των παραπάνω περιοχών του πιруνιού, οι οποίες αρχικά στρογγυλεύουν μέσω μιας ακόμη εντολής του προγράμματος (Fillet – Chamfer) έτσι ώστε να δώσουν την υφή ενός πραγματικού πιруνιού.



ΒΗΜΑ 5: Προκειμένου να είναι δυνατή η εκτύπωση του αντικειμένου αφού γίνει η αποθήκευσή του στην μορφή αρχείου που λειτουργεί το πρόγραμμα, γίνεται και η αποθήκευση στην μορφή αρχείου που λειτουργεί ο εκτυπωτής.

Σχόλια - Προβληματισμοί

Στην περίπτωση που το δείγμα που επιλέγεται είναι αντικείμενο μικρού μεγέθους καθώς και απλό μορφολογικά τα παραπάνω βήματα αρκούν για τον σχεδιασμό του. Πολυπλοκότερα αντικείμενα ή αντικείμενα που χρειάζονται σμίκρυνση δεν απαιτούν διαφορετικά βήματα αλλά περισσότερες επαναλήψεις αυτών έτσι ώστε να προστεθούν λεπτομέρειες στα σημεία που χρειάζεται. Η μόνη διαφορά βρίσκεται στην επιλογή του επιπέδου η οποία είναι στην ευχέρεια του χρήστη ανάλογα με τις προτιμήσεις του.

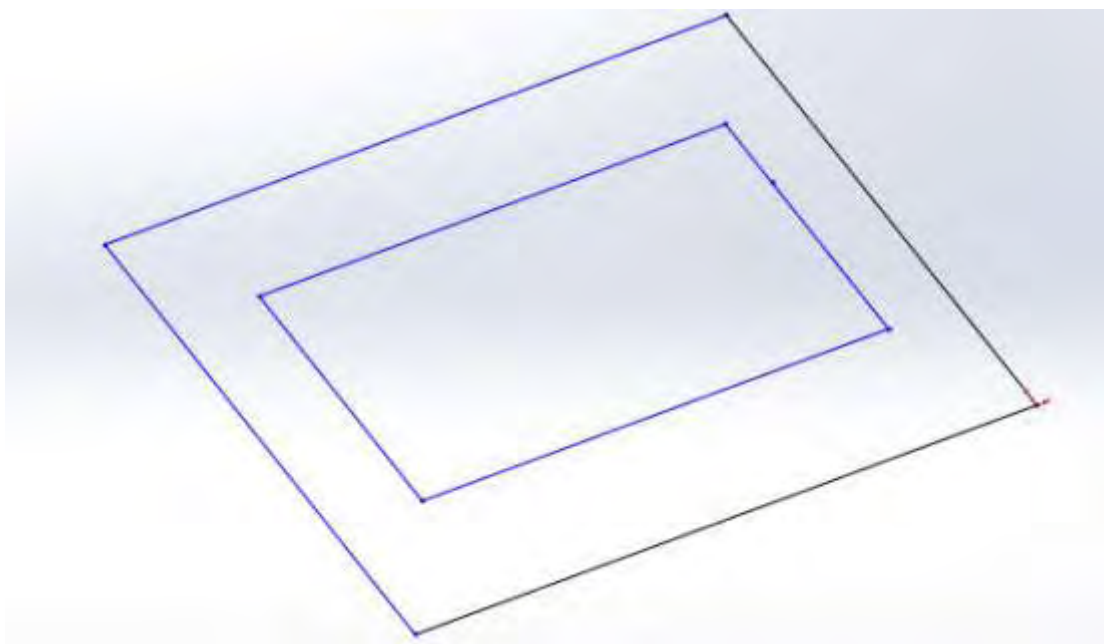
### 3.2.1 Αντικείμενο 2 – Σπίτι

Το δεύτερο αντικείμενο που σχεδιάστηκε ήταν ένα σπίτι. Ο στόχος στη περίπτωση αυτή δεν ήταν η δημιουργία ενός πιστού αντιγράφου του αντικειμένου - δείγματος, καθώς ο σκοπός ήταν να σχεδιαστεί μια σμίκρυνση του αντικειμένου ώστε να μπορεί να εκτυπωθεί από τον διαθέσιμο εκτυπωτή αλλά και να είναι προσιτό προς απτική εξερεύνηση. Επίσης, δεν ήταν εύκολη η πραγματική μέτρηση και εύρεση όλων των διαστάσεων του δείγματος οπότε κάποιες εκτιμήθηκαν κατά προσέγγιση. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

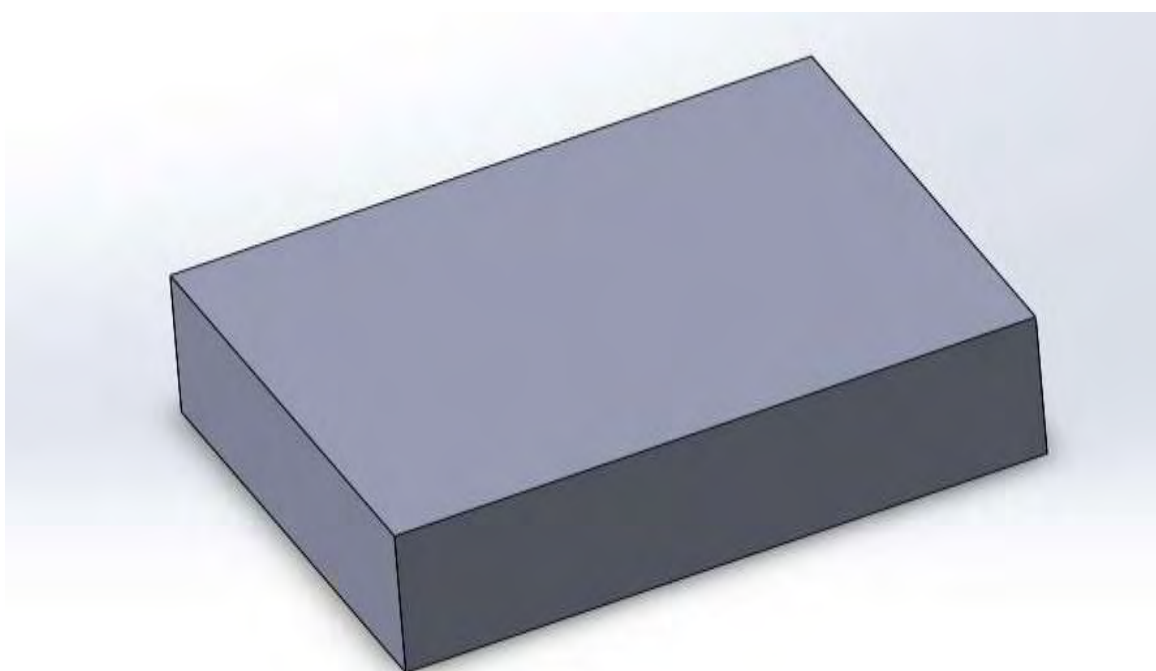
ΒΗΜΑ 1: Επιλογή του αντικειμένου προς σχεδίαση και εύρεση ενός δείγματος (ένα τυχαίο σπίτι του οποίου ήταν γνωστές κάποιες βασικές διαστάσεις).

ΒΗΜΑ 2: Καθορισμός της κλίμακας σχεδιασμού ανάλογα με τις δυνατότητες που έχει ο διαθέσιμος εκτυπωτής, συνεπώς η κλίμακα ορίστηκε ως 1,5:100

ΒΗΜΑ 3: Τυχαία επιλογή ενός επιπέδου του χώρου στο οποίο σχεδιάστηκε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο αντιπροσωπευτικό των διαστάσεων του πρώτου ορόφου (σε σμίκρυνση ανάλογα με την κλίμακα).

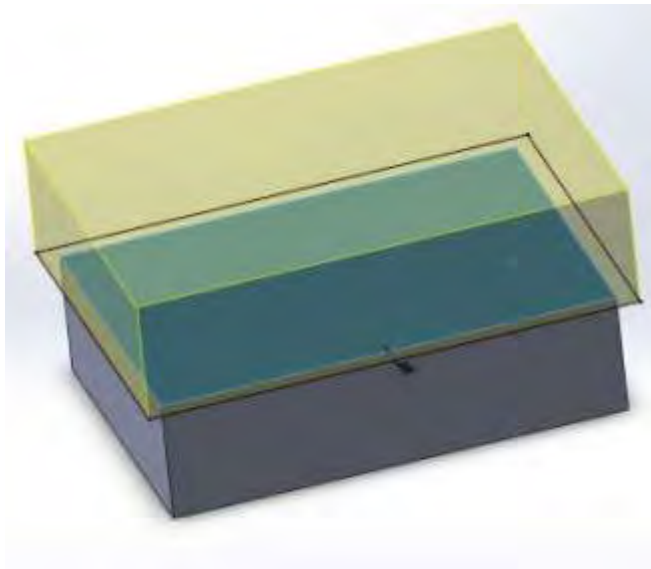


ΒΗΜΑ 4: Στη συνέχεια μέσω μιας εντολής του προγράμματος (Boss Extrude) δημιουργήθηκε ένας όγκος με μήκος 15πόντους, πλάτος 10,5 πόντους και ύψος 4,05 πόντους, ο οποίος αποτελούσε και τον πρώτο όροφο του σπιτιού.



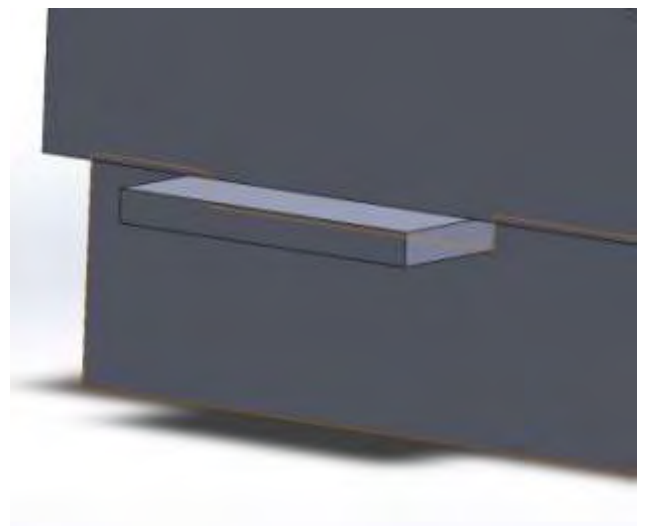
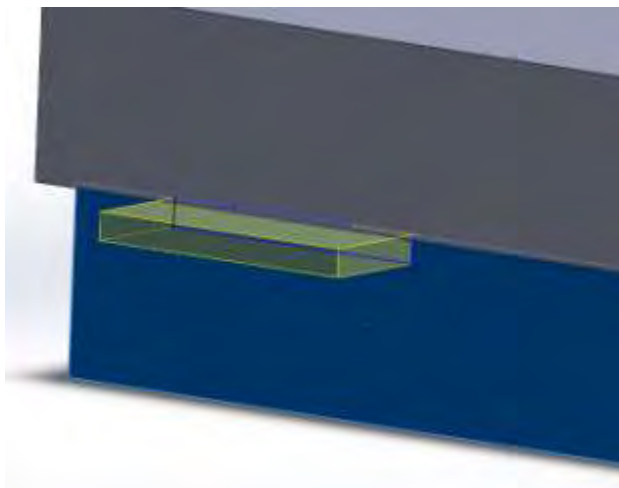
ΒΗΜΑ 5: Στην καινούρια επιφάνεια που προέκυψε μετά το σχεδιασμό του πρώτου ορόφου, σχεδιάστηκε μέσω μιας άλλης εντολής του προγράμματος (Off Set) ο δεύτερος όροφος, ο οποίος είχε λίγο μεγαλύτερες διαστάσεις, σε σχέση με τον πρώτο,

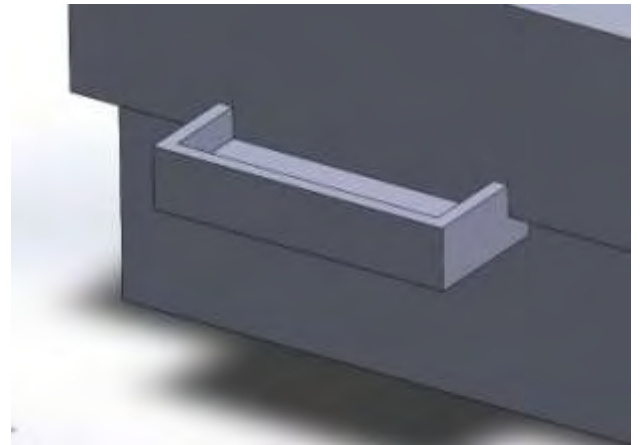
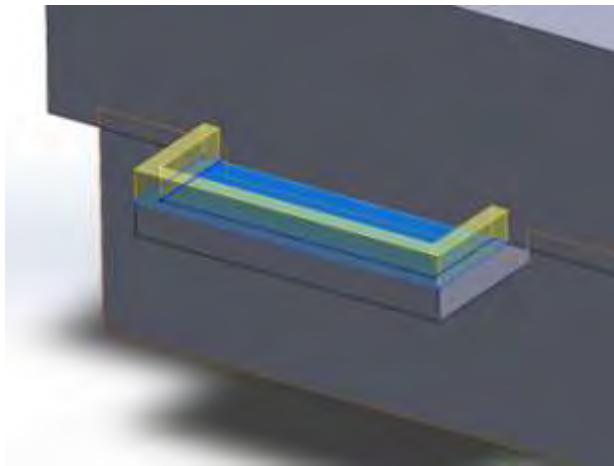
και σε πλάτος και σε μήκος κατά 0,6 πόντους. Η συγκεκριμένη εντολή του προγράμματος δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να επιλέξουν μια επιφάνεια που έχει προκύψει κατά το σχεδιασμό, προκειμένου να σχεδιάσουν κάτι καινούριο πάνω σε αυτή, χωρίς να επιφέρουν αλλαγές στο μέχρι τώρα σχέδιο. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας την εντολή (Boss Extrude) δημιουργήθηκε ο όγκος του δεύτερου ορόφου πάνω σε αυτό του πρώτου.



#### ΒΗΜΑ 6: Σχεδιασμός μπαλκονιού.

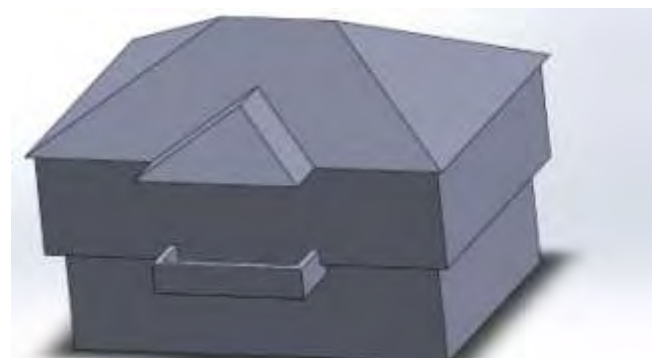
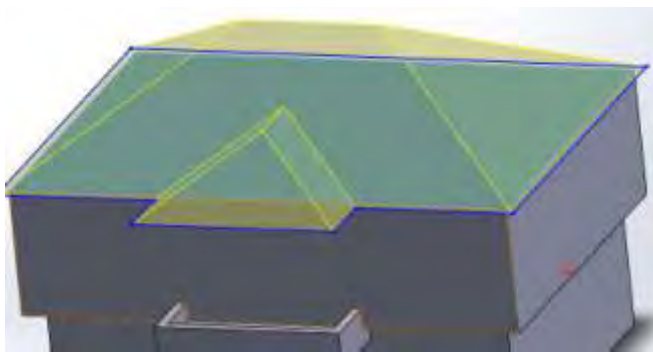
- Στην μπροστινή όψη του πρώτου ορόφου «τραβήχτηκε» το δάπεδο του μπαλκονιού με διαστάσεις 6x3 πόντους και πάχος 6 χιλιοστά.
- Στο δάπεδο του μπαλκονιού σχεδιάστηκε ο τοίχος του μπαλκονιού με πάχος 6 χιλιοστά και ύψος 2 πόντους.





#### ΒΗΜΑ 7: Σχεδιασμός σκεπής

- Μέσω της εντολής (Off Set) έγινε επιλογή του περιγράμματος του δεύτερου ορόφου και του μπαλκονιού μαζί και αύξηση αυτού του περιγράμματος κατά 3 χιλιοστά και σε πλάτος και σε μήκος
- Μέσω της εντολή (Boss Extrude υπό γωνία) δημιουργήθηκε ο όγκος της σκεπής πάνω στον δεύτερο όροφο.



ΒΗΜΑ 8: Πριν το σχεδιασμό των λεπτομερειών, πραγματοποιήθηκε επανέλεγχος των διαστάσεων του σχεδίου για την εύρεση τυχόν σφαλμάτων

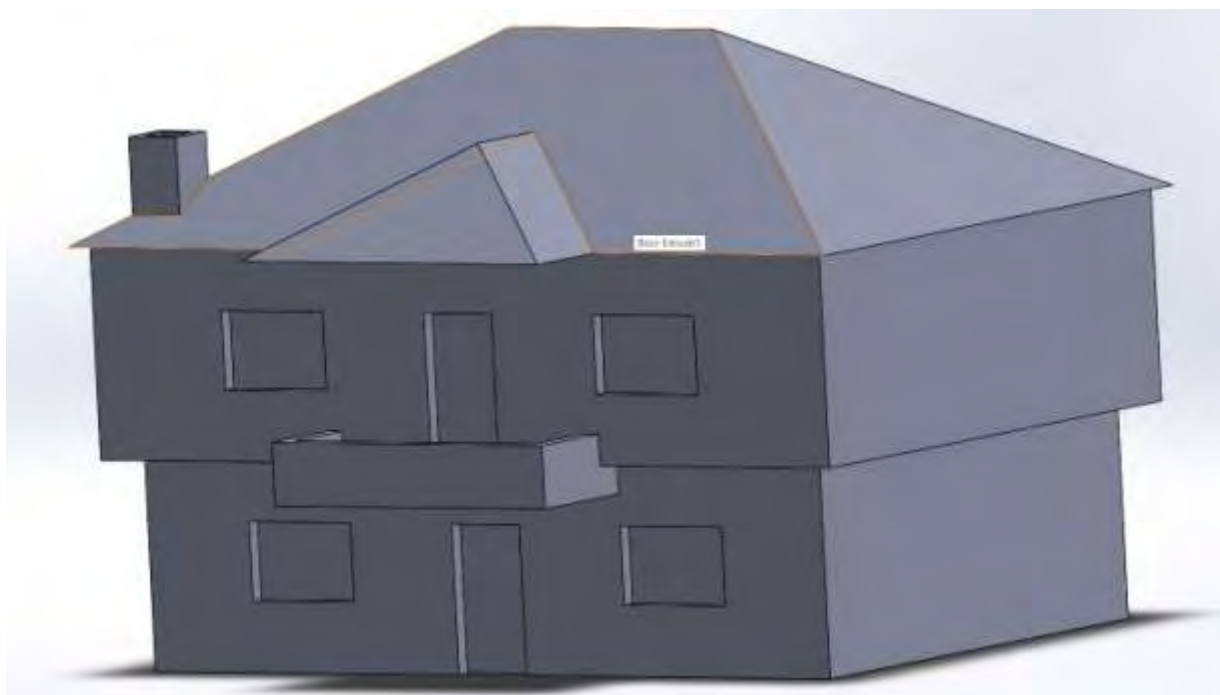
#### ΒΗΜΑ 9: Σχεδιασμός καμινάδας

- Επιλογή της κάτω επιφάνειας της σκεπής.
- Στην επιφάνεια αυτή χρησιμοποιώντας την εξωτερική επιφάνεια της γωνίας που σχηματίζουν τα τείχη του δεύτερου ορόφου σχεδιάστηκε ένα τετράγωνο με διαστάσεις 10χιλx10χιλ.

- Μέσω της εντολής (Boss Extrude) δημιουργήθηκε ο όγκος της καμινάδας με ύψος 20 χιλιοστά από τη βάση της σκεπής.
- Για τη δημιουργία της τρύπας της καμινάδας έγινε αρχικά μέσω της εντολής (Off Set), επιλογή της επιφάνειας της καμινάδας και σμίκρυνσή της κατά 2 χιλιοστά προς τα μέσα.
- Μέσω μιας άλλης εντολής του προγράμματος (Cut Extrude) δημιουργήθηκε μια τρύπα στο κέντρο της καμινάδας με βάθος 20 χιλιοστά.

#### ΒΗΜΑ 10: Σχεδιασμός λεπτομερειών (πόρτες και παράθυρα)

- Για τη δημιουργία της κεντρικής πόρτας – εισόδου, στην μπροστινή όψη του πρώτου ορόφου σχεδιάστηκε ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με μήκος 2.85 πόντους και πλάτος 1,5 πόντους.
- Στη συνέχεια, μέσω της εντολή (Cut Extrude) δημιουργήθηκε μια εσοχή στις διαστάσεις της πόρτας προκειμένου να δηλωθεί η ύπαρξή της.
- Για τη δημιουργία της μπαλκονόπορτας ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία στην μπροστινή όψη του δεύτερου ορόφου.
- Για τη δημιουργία των παραθύρων σχεδιάστηκαν ορθογώνια παραλληλόγραμμα στις επιθυμητές διαστάσεις και στα επιθυμητά σημεία κάθε φορά και ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία όπως με την κεντρική πόρτα.



ΒΗΜΑ 11: Προκειμένου να είναι δυνατή η εκτύπωση του αντικειμένου αφού γίνει η αποθήκευσή του στην μορφή αρχείου που λειτουργεί το πρόγραμμα, γίνεται και η αποθήκευση στην μορφή αρχείου που λειτουργεί ο εκτυπωτής.

#### Σχόλια - Προβληματισμοί

Ο σχεδιασμός του σπιτιού ήταν πιο εύκολος συγκριτικά με το πιρούνι αλλά πιο χρονοβόρος, καθώς δεν υπήρχαν πολλά περίπλοκα σχήματα αλλά απαιτούσε την επανάληψη των ίδιων διαδικασιών πολλές φορές. Σε αντίθεση με το πιρούνι, του οποίου ο σχεδιασμός χρειάστηκε λιγότερο χρόνο αλλά ήταν πιο περίπλοκος και δύσκολος καθώς ήταν και πιο περίπλοκη η μορφή του πιρουνιού.

## Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα Έρευνας

### 4.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό εστιάζει στην περιγραφή των αποτελεσμάτων. Ο ερευνητικός σχεδιασμός, τα εργαλεία και τα υλικά έχουν αναφερθεί και περιγραφεί στο κεφάλαιο της μεθοδολογίας (κεφ. 2) ενώ η πιλοτική φάση της παρούσης εργασίας αναφέρεται με λεπτομέρειες στο κεφάλαιο 3. Πριν την υλοποίηση των πειραμάτων με τα τρισδιάστατα αντικείμενα η ερευνήτρια προχωρούσε σε σχετική ενημέρωση για τα τρισδιάστατα αντικείμενα υπό εξέταση και στη συνέχεια καλούσε τους συμμετέχοντες έναν – έναν να διερευνήσουν απτικά τα αντικείμενα και να



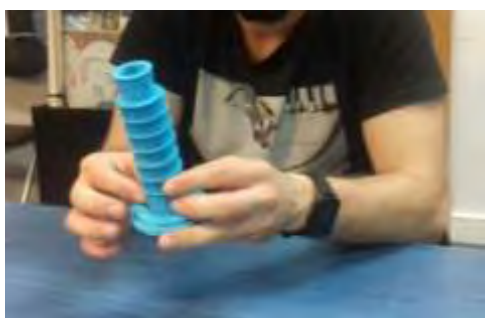
περιγράψουν φωναχτά τις σκέψεις και τις εκτιμήσεις που έκαναν για κάθε αντικείμενο. Η ερευνήτρια ανάλογα με τον εθελοντή και το αντικείμενο που ψηλάφισε κάθε φορά, μπορεί να έκανε κάποιες ερωτήσεις ώστε να συλλέξει τις ίδιες πληροφορίες από όλους τους συμμετέχοντες ή για να τους καθοδηγήσει λίγο σε περίπτωση που είχαν αγκωθεί και δεν μπορούσαν να κάνουν καμία περιγραφή.

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων βασίστηκε σε 3 επίπεδα. Το πρώτο αφορούσε στο κάθε αντικείμενο ξεχωριστά (δηλ. πως το αντιλήφθηκε ο κάθε εθελοντής, τι κοινά και τι διαφορές είχαν μεταξύ τους τα αντικείμενα, τι ξεχωριστό ή ιδιαίτερο είχαν να παρατηρήσουν σε κάποιο αντικείμενο), το δεύτερο επίπεδο ανάλυσης αφορούσε στις στρατηγικές απτικής διερεύνησης που χρησιμοποιήθηκαν από τους εθελοντές για το κάθε αντικείμενο και το τρίτο αφορούσε τις απαντήσεις των εθελοντών σχετικά με την εμπειρία που είχαν βιώσει κατά την απτική διερεύνηση.

## 4.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων ανά τρισδιάστατο αντικείμενο

### 4.2.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 1 – ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ:

Από τους οκτώ εθελοντές οι τέσσερις βρήκαν ότι επρόκειτο για τον πύργο της Πίζας ενώ οι υπόλοιποι 4 είτε έφτασαν πολύ κοντά στον να βρουν την ταυτότητα του αντικειμένου, είτε υπέθεσαν ότι είναι ένα άλλο αντικείμενο, όπως για παράδειγμα «κηροπήγιο». Όλοι οι συμμετέχοντες κατάλαβαν ότι ήταν ένας τραχύς και μακρόστενος κύλινδρος, ενώ οι περισσότεροι σημείωσαν και την κυκλική λεία βάση του. Αυτό που κατάλαβαν και ανέφεραν πολύ λίγοι συμμετέχοντες ήταν η κλίση που είχε ο πύργος ότι έγερνε δηλαδή, ακόμη και κάποιοι από αυτούς που υπέθεσαν ότι επρόκειτο για τον πύργο της Πίζας εκ των υστέρων σημείωσαν ότι δεν κατάλαβαν πως είχε κλίση. Αξιοσημείωτο ήταν επίσης ότι δύο από τους οκτώ εθελοντές κατάλαβαν ότι επρόκειτο για 3D printed αντικείμενα ενώ δεν είχαν λάβει κάποια σχετική ενημέρωση από πριν και πως ένας από τους συμμετέχοντες με το που έπιασε το αντικείμενο στα χέρια του είπε αμέσως χωρίς να προχωρήσει σε κάποια απτική διερεύνηση πως ήταν ο πύργος της Πίζας.





#### 4.2.2 ANTIKEΙΜΕΝΟ 2 – STONE HENGE:

Οι πέντε από τους οκτώ συμμετέχοντες, συγκεκριμένα όλοι όσοι ήταν αρσενικού φύλου βρήκαν ότι ήταν το stone henge, ωστόσο ήταν ένα από τα αντικείμενα που δυσκόλεψε αρκετούς συμμετέχοντες. Όλοι οι εθελοντές κατάλαβαν πως επρόκειτο για μια κυκλική επιφάνεια/βάση η οποία είχε πάνω της κάποια εξογκώματα/έξοχες, οι μισοί συμμετέχοντες επίσης ανέφεραν πως ήταν ή έμοιαζε με μακέτα. Αξιοσημείωτο και εδώ αποτελεί το γεγονός πως ο ίδιος εθελοντής – όπως αναφέρθηκε και παραπάνω – με την πρώτη απτική προσέγγιση αντιλήφθηκε αμέσως ότι επρόκειτο για το stone henge. Κανένας από τους συμμετέχοντες που αντιλήφθηκαν περί τίνος πρόκειται δεν είχε επισκεφθεί το εν λόγω μνημείο από κοντά, αλλά όλοι ανέφεραν πως το συνδύασαν με αντίστοιχες φωτογραφίες που είχαν δει.



#### 4.2.3 ANTIKEΙΜΕΝΟ 3 – ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ:

Από τους οκτώ συμμετέχοντες μόνο δύο κατάφεραν να βρουν ότι επρόκειτο για κάποιον αστερισμό και μάλιστα ο ένας υπό την καθοδήγηση της ερευνήτριας και αυτό γιατί είχε αγγωθεί πολύ με όλη την διαδικασία, ειδικά με το συγκεκριμένο αντικείμενο. Παρόλα αυτά όλοι ανέφεραν πως ήταν κάποια πλάκα ή κάποιο πολύ λεπτό τετράγωνο/ορθογώνιο παραλληλόγραμμο που έφερε μια ανάγλυφη επιφάνεια. Οι μισοί από του εθελοντές επισήμαναν επίσης ότι κάποιες κουκίδες που ψηλάφισαν ήταν σαν αυτές του braille. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες μπορεί να μην βρήκαν τι ακριβώς ήταν αλλά η πλειοψηφία τους (έξι από τους οκτώ) έκαναν λόγο για γραμμές και κουκίδες που ενώνονται ή για διάφορα γεωμετρικά σχήματα που σχημάτιζαν οι γραμμές και οι κουκίδες π.χ. τρίγωνα.



#### 4.2.4 ANTIKEIMENO 4 – ΠΙΣΤΟΝΙ:

Από τους οκτώ συμμετέχοντες οι τέσσερις βρήκαν ακριβώς τι ήταν ενώ οι άλλοι μισοί ανέφεραν πως επρόκειτο για κάποιου είδους μηχανισμό/μηχάνημα. Για τους εθελοντές αρσενικού γένους λόγω και των σπουδών τους ήταν αρκετά εύκολο και το βρήκαν πολύ γρήγορα, μάλιστα κάποιοι έδωσαν και αναλυτική περιγραφή του κάθε τμήματος. Ωστόσο όλοι οι εθελοντές καταλάβαν πως υπήρχαν κινητά μέρη και μπορώ να πω ότι τους φάνηκε αρκετά ενδιαφέρον και αποτέλεσε μια ευχάριστη έκπληξη για αυτούς καθώς δεν ήταν κάτι που περίμεναν. Τέλος αξιοσημείωτο είναι πως τρεις συμμετέχοντες (αρσενικού φύλου) επισήμαναν πως επρόκειτο σίγουρα για 3D printed αντικείμενο.



#### 4.2.5 Σύνοψη και Γενικές Παρατηρήσεις

Όσον αφορά στο υλικό των αντικειμένων, όλοι οι εθελοντές για τα περισσότερα εκτίμησαν πως ήταν κάποιου είδους πλαστικό, με εξαίρεση να αποτελούν κάποιες περιπτώσεις που ανέφεραν πως ίσως ήταν ξύλινο. Επίσης δύο εθελοντές στον αστερισμό του Ωρίωνα πρότειναν πως οι διάφορες γραμμές θα μπορούσαν να ήταν μεταλλικές ή κάποιο σταθεροποιημένο υγρό.

Οι περισσότεροι εθελοντές βρήκαν πιο εύκολα τον Πύργος της Πίζας ή έφτασαν πολύ κοντά στο να το βρουν ενώ όλοι δυσκολευτήκαν στην εύρεση του αστερισμού του Ωρίωνα. Τέλος, ομολογουμένως οι εθελοντές αρσενικού φύλου συγκριτικά με αυτούς

του θηλυκού φύλου, είχαν καλύτερες επιδόσεις καθώς κατάφεραν τόσο να βρουν περισσότερα αντικείμενα αλλά και οι περιγραφές τους ήταν πιο ακριβείς και λεπτομερείς.

### 4.3 Αποσπάσματα από την απτική διερεύνηση των τρισδιάστατων αντικειμένων

#### 4.3.1 ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ

Σ1 “Είναι μακρόστενο, έχει μια βάση βλέπω εδώ κάτω, είναι ανάγλυφο κάτι σαν κηροπήγιο θα μπορούσε να είναι, να βάλεις ένα κερί μέσα, δεν μου θυμίζει κάτι άλλο, ναι χωράει ένα κεράκι όπως το βλέπω εγώ εδώ μέσα. Η επιφάνεια του είναι τραχιά εκεί που είναι ανάγλυφο αλλά κάτω στη βάση είναι πιο λείο, πολύ ελαφρύ. Θα μπορούσε να είναι ένα κηροπήγιο ή ένα αγαλματάκι αλλά έχει μια τρύπα εδώ πάνω οπότε φαντάζομαι ότι μπαίνει ένα κερί.”

Σ2 “Η βάση είναι επίπεδη και κάπως λεία, εδώ πιο πάνω είναι λίγο τραχιά και μακρόστενη και πάνω πάνω έχει μία τρύπα. Βασικά αυτό είναι, είναι μια μακρόστενη, κυλινδρική, τραχιά επιφάνεια με μία επίπεδη και λεία επιφάνεια, η οποία είναι κυκλική, επίσης μου φαίνεται πλαστικό . Θα μπορούσε να είναι θήκη για βραχιόλια ας πούμε.”

Σ3 “Έχει λεπτομέρειες αρκετές σε όλο το μήκος του, είναι κάτι σε κτίριο νομίζω, είναι μακρύ σαν σωλήνας αλλά αλλάζει η διάμετρός του σε σημεία και γίνεται μικρότερη προς τα πάνω, είναι από κάποιου είδους πλαστικό πολυμερές. Θα μπορούσε να είναι ο πύργος της Πίζας.”

Σ4 “Είναι τραχύ, έχει κάποια διαμόρφωση που είναι τραχιά, έχει αρκετές ακμές, είναι κυλινδρικό σαν κολώνα ή κάτι τέτοιο. Κάτι σε πλαστικό μου κάνει λόγω της θερμοκρασίας του, είτε εκτυπωμένο είτε σκαλισμένο στο χέρι. Δεν είναι ένας κύλινδρος παντού ίδιος, έχει διάφορες διατομές και έχει και μια βάση κάτω κυκλική αλλά πολύ πιο λεπτή και λεία. Θα μπορούσε να είναι ομοίωμα κολώνας από κάποιο ναό.”

Σ5 “Κηροπήγιο μου έδωσες, πλαστικό ή ξύλινο μου φαίνεται, είναι κυλινδρικό , η βάση του είναι κυκλική μεγαλύτερη σε διάμετρο από τον κύλινδρο , έχει διάφορα

εξογκώματα και σπείρες πάνω στον κύλινδρο, σαν πύργος είναι. Κάποιος πύργος είναι, θα μπορούσε να είναι ο πύργος της Πίζας, βασικά αυτός είναι!”

Σ6 “Κάτι πλαστικό είναι, μπορεί να είναι και 3D printed, γύρω στους 15 πόντους, είναι κυλινδρικό ανάγλυφο και φαίνεται σα να έχει επίπεδα, έχει κάποια φαγώματα σε κάποια σημεία, δεν ξέρω αν είναι χτυπήματα. Έχει μια τρύπα από πάνω, κάποιο ομοίωμα θα μπορούσε να είναι, το πύργο της Πίζας μου θυμίζει γιατί έχει και μια κλίση μου φαίνεται.”

Σ7 “Ωραία, είναι ο κεκλιμένος πύργος της Πίζας. Ο κύλινδρος πηγαίνει από πιο μεγάλο σε πιο μικρό σε διάμετρο, έχει μικρά αψιδωτά πραγματάκια σε ζώνες και άμα το βάλεις κάτω έχει γωνία που σημαίνει ότι γέρνει και έχει και τον πάτο για να είναι σταθερό οπότε δεν θα μπορούσε να είναι ανάποδα.”

Σ8 “Αυτό είναι κάτι τραχύ, έχει διάφορα πράγματα, θα μπορούσε να είναι και μια αναπαράσταση του πύργου της Πίζας αλλά δεν μου φαίνεται στραβό να γέρνει, οπότε θα μπορούσε να είναι μια βίδα που βάζεις στον τοίχο. Είναι σα πύργος, είναι σκαλιστό και έχει εσοχές και εξοχές σαν παραθυράκια και κάτω κάτω έχει μια βάση, κάποιος πύργος θα μπορούσε να είναι αλλά δεν ξέρω ποιος.”

#### 4.3.2 STONE HENGE

Σ1 “Ωχ θεέ μου τι είναι αυτό. Λοιπόν, έχει ένα περίγραμμα στρόγγυλο και πάνω έχει διάφορα μικρά αντικείμενα, δεν ξέρω τι θα μπορούσε να είναι αυτό. Αυτά τα μικρά αντικείμενα μου φαίνονται σαν ανθρωπάκια, σαν πορτάκια, σαν σπιτάκια. Είναι κάτι σαν μακέτα που έχει ένα χώρο πάνω, κάποιο σπίτι, ένα θέατρο κάτι τέτοιο.”

Σ2 “Λοιπόν αυτό ξύλινο μου φαίνεται, μια επίπεδη βάση είναι κυκλική νομίζω και πάνω έχει κάποιες προεξοχές τις οποίες δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι, δεν έχω ιδέα. Θα μπορούσε να είναι μακέτα που απεικονίζει κάτι αλλά το τι είναι αυτό που με προβληματίζει, δεν μπορώ να καταλάβω με τίποτα τι είναι αυτές οι προεξοχές, κάτι σαν κολώνες κάτι τέτοιο.”

Σ3 “Έχει μια μεγάλη επιφάνεια από κάτω και πάνω κολλημένα, όχι κολλημένα προφανώς, κάποια πράγματα να εξέχουν, σαν κάγκελα ...δύσκολο είναι αυτό, από πλαστικό πρέπει να είναι όλο. Μοιάζει με παιδική χαρά ή ένα κήπο. Αυτά που

προεξέχουν δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι , μήπως είναι πέτρες, μήπως είναι και αυτό ιστορικό μνημείο , το stone henge μου φέρνει.”

Σ4 “Αυτό έχει ένα δίσκο, το υλικό είναι σίγουρα παρόμοιο με το προηγούμενο αν όχι το ίδιο, πάνω έχει διαμορφώσεις από κάτι σε ξύλο ή φελλό, είναι κάτι σα βουναλάκια θα μπορούσε να παριστάνει ένα μνημείο, για παράδειγμα το stone henge στην Αγγλία.”

Σ5 “Είναι και αυτό κυκλικής βάσης, έχει διάφορα εξογκώματα πάνω, μοιάζει σα ρολόι, βασικά όχι, αυτά τα εξογκώματα δεν μπορώ να καταλάβω πραγματικά τι είναι, σαν πύλες είναι , είναι μια επιφάνεια με πύλες μάλλον, μήπως είναι το stone henge, ναι αυτό πρέπει να είναι!”

Σ6 “Και αυτό πλαστικό είναι, κάτι σα μακέτα μου κάνει, νομίζω κατάλαβα τι είναι, είναι το stone henge. Είναι κυκλικό, έχει κάποιες ασυνέχειες και τα εξογκώματα δημιουργούν ένα δεύτερο κύκλο στη μέση οπότε μου θύμισε το stone henge που ξέρω πως είναι, δεν έχω πάει αλλά το θυμάμαι από φωτογραφίες.”

Σ7 “Είναι το stone henge, πλαστικό πρέπει να είναι. Το stone henge από οπτική μνήμη έχει γύρω γύρω ένα δακτύλιο και στο κέντρο έχει λίγες πεσμένες πετρούλες όπως είναι αυτό και αποτελείται από 2 όρθιους πυλώνες και έναν παράλληλο στο έδαφος.”

Σ8 “Έχει μια βάση επίπεδη και πάνω έχει κάποιες εξοχές που δεν καταλαβαίνω τι είναι, είναι σε διάφορα σχήματα και μεγέθη οι εξοχές και κάποιες έχουν και μια τρύπα στη μέση. Αυτό εμένα μου θυμίζει κάτι σαν αυτά τα πλαστικά που βάζεις στον τοίχο για να κλείσεις μια πρίζα, τις τρύπες που έχουν οι πρίζες αλλά είναι λίγο μεγάλο, μπορεί να είναι για μεγάλες πρίζες, δεν μπορώ να καταλάβω κάτι άλλο, σίγουρα δεν είναι αυτό αλλά δεν μου θυμίζει κάτι άλλο.”

#### 4.3.3 ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ

Σ1: “Αυτό είναι τετράγωνο και πάνω η επιφάνεια του είναι ανάγλυφη, μου θυμίζει πάρα πολύ το χαρτί του braille σαν υλικό και έχει και πάνω κουκίδες braille, έχει κάποιες κουκίδες κάτι περιγράμματα τα οποία δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι. Είναι σα να έχει δύο δαγκάνες, μοιάζει με ουρά ψαριού, βασικά θα μπορούσε να είναι ένα

δέντρο με τον κορμό του και τα κλαδιά, ναι ένα δέντρο θα πω ότι είναι και κάτω κάτω έχει κάτι κουκίδες που μου θυμίζουν braille.”

Σ2: “Πλαστικό μου φαίνεται, επίπεδο είναι όλο, η επιφάνεια από τη μία πλευρά είναι ανάγλυφη, ίσως κάτι γράφει πάνω, σαν γράμματα μου φαίνονται, σίγουρα όχι ελληνικά, είναι σα μια πλάκα που πάνω κάτι γράφει, δεν μπορώ να σκεφτώ κάτι άλλο, δεν μπορώ να αντιληφθώ καλά η αλήθεια είναι.”

Σ3: “Είναι λείο, είναι μία επιφάνεια πλαστική πολύ λεπτή σα φωτογραφία, σαν κάδρο, έχει πάνω εξογκώματα μικρά, σημαδάκια τύπου σαν αυτά που κάνετε στο braille. Πάνω από τις κουκίδες είναι κάποιες συνεχείς γραμμές που καταλήγουν πάλι σε τελείες και συνεχίζουν, μήπως είναι αστέρι, θυμάμαι κάποια στιγμή ήθελες να σχεδιάσεις ένα αστέρι. Είναι σίγουρα γεωμετρικό σχήμα, δύσκολο πολύ είναι αυτό! μοιάζει και με ποδήλατο αλλά δεν είναι.”

Σ4 “Αυτό είναι δύσκολο, και αυτό είναι σε ένα τετραγωνικό δίσκο η ορθογώνιο δεν μπορώ να καταλάβω ακριβώς. Έχει πάνω κάποια ανάγλυφα τα οποία ίσως να είναι και μεταλλικά, σα διαδρομές είναι, θα μπορούσε να είναι κάτι σε ηλεκτρονική πλακέτα, έχει κάποια εξογκωμάτκια τα οποία δεν μπορώ να προσδιορίσω ακριβώς, είναι κάτι σα μικρά βουναλάκια. Είναι κάτι σαν ηλεκτρονική πλακέτα, αντιστάτης.”

Σ5 “Είναι ένα τετραγωνικό ή ορθογώνιο αντικείμενο, έχει πάνω κάτι σε κυλινδρικά μπιλάκια που είναι κάτι σα γραφή braille, πάνω από τα μπιλάκια έχει κάτι γραμμές σαν εξάντα κάτι μου θυμίζει, αυτές οι γραμμές θα μπορούσαν να χωρίζουν τα μπιλάκια σε τομείς, θα μπορούσε να είναι ένα γεωμετρικό σχήμα με πολλά σχήματα, βασικά μοιάζει με αναπαράσταση αστερισμού, αστερισμός θα πω ότι είναι, ωστόσο είναι πολύ δύσκολο να καταλάβω.”

Σ6 “Και αυτό πλαστικό, είναι flat σχεδόν με εξαίρεση κάποια ανάγλυφα που έχει πάνω, η αλήθεια είναι ότι δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι αυτό, έχει κάποια εξογκώματα που είναι σα σταγόνες, μικρά κομματάκια αλλά δεν μπορώ να καταλάβω τι σημαίνουν. Πιο πάνω έχει και άλλα εξογκώματα που δεν είναι τόσο πυκνά όσο κάτω, είναι πιο αραιά και έχουν μεγαλώσει, δεν παίζει να είναι μακέτα αυτό από κάτι, δεν έχει και παντού το ίδιο πάχος. Παίζει να είναι ο ουρανός με κάποιο αστέρι ή αστερία, αλλά ποιος αστερισμός συγκεκριμένα δεν μπορώ να καταλάβω, δεν τους ξέρω και όλους.”

Σ7 “Λογικά είναι μία πινακίδα, είναι πιθανότατα από ξύλο ή κάποιο πλαστικό και πάνω κάτι γράφει, ίσως είναι κάποιο υγρό που στερεοποιήθηκε, τώρα το τι γράφει δεν ξέρω. Το ανάγλυφο δεν έχει κάποια συγκεκριμένη μορφή ή pattern, οι κουκίδες κάτω νομίζω είναι γραφή braille. Πιο πάνω υπάρχει ένα τρίγωνο, δύο τρίγωνα, δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι, μήπως είναι ένα λουλούδι από γεωμετρικά σχήματα. Λοιπόν οι κουκίδες λογικά γράφουν σε braille τι είναι αυτό από πάνω, οπότε αν ήξερα braille θα ήταν πολύ χρήσιμο, αλλά δεν ξέρω. Κάτι σα δέντρο φαίνεται, ναι θα πω ότι είναι ένα δέντρο.”

Σ8: “Από το ίδιο υλικό μου φαίνονται όλα, είναι μια επίπεδη επιφάνεια που έχει κάτι πραγματάκια πάνω, κάποιες πολύ μικρές εξοχές, έχει περίεργο σχήμα, είναι αυτό το τετράγωνο αλλά το πλαγιαστό. Πάνω κάτι που πηγαίνει σας σκουλήκι ή φίδι και κάτω κάτω έχει κάτι σα κουμπάκια αλλά πολύ σκληρά, δεν πατιούνται δηλαδή. Δεν μπορώ να κάνω καμία εκτίμηση του τι θα μπορούσε να είναι πέρα από σκουλήκι.”

#### 4.3.4 ΠΙΣΤΟΝΙ

Σ1 “Αυτό έχει κάτι σαν μανιβέλες κάτι σα ροδάκια. Γενικά κουνιέται, έχει κίνηση από πολλές πλευρές, μπορεί να είναι κάποιο μηχανηματάκι που δεν ξέρω τι είναι, κάποιο εξάρτημα αυτοκινήτου, κάποιο αυτοκινητάκι ίσως κάτι τέτοιο σχετικό.”

Σ2 “Αυτό από ξύλο μου φαίνεται, έχει μία κινητικότητα, είναι κάπως μακρόστενο, κουνιέται σε πολλά σημεία. Η κίνηση εδώ στη μέση είναι σαν ανεμόμυλος, γυρίζει και ανεβοκατεβαίνει. Κάποιο μηχανήμα θα μπορούσε να είναι, κάποια αντλία νερού νομίζω.”

Σ3 “Αυτό είναι πιο σκληρό το υλικό αλλά πλαστικό, έχει κάτι σα ρουλεμάν, κάτι κινείται εδώ, είναι κάτι σαν αντλία που μπαίνει σε πηγάδι, βασικά όχι σε πηγάδι. Κουνιέται σε πολλά σημεία προς τα πάνω, ναι κάτι τέτοιο είναι σαν αντλία νερού, γεώτρηση, κάτι που ανεβάζει το νερό προς τα πάνω.”

Σ4 “Αυτό είναι σα κουτάκι, δεν είναι τόσο πλάκα, έχει κάποια κυλινδρικά μέρη στο ενδιαμέσο, κάτι γυρίζει εδώ, άρα υπάρχει κίνηση. Αυτό κινείται σε φάση όπως ένα πιστόνι, βασικά είναι πιστόνι και είναι 3D printed σίγουρα, εδώ είναι η βιδούλα για το στρόφαλο, η μπιέλα και εδώ είναι πολύ πιο λεπτό γιατί είναι λογικά το bed που εκτυπωνόταν σε σχέση με άλλα σημεία.”



Σ5 “Αυτό δεν έχει κάποιο συγκεκριμένο σχήμα, και αυτό πλαστικό ή ξύλινο μου φαίνεται, έχει μέρη που κινούνται γενικά, ένα σπειροειδές κομμάτι, είναι πιστόνι ρε συ αυτό που κουνιέται εδώ πέρα ναι ναι σίγουρα πιστόνι.”

Σ6 “Αυτό είναι πιο σύνθετο σαν κατασκευή πλαστικό και αυτό 3D printed μάλλον, περιέχει και κινούμενα στοιχεία, είναι κάποιου είδους μηχανισμός, νομίζω κατάλαβα τι είναι, είναι κάποιο ομοίωμα κινητήρα, ή τουλάχιστον έχει ένα πιστόνι, ένα έμβολο, είναι σίγουρα πιστόνι!”

Σ7 “Νομίζω αυτό είναι 3D printed, είμαι σχεδόν σίγουρος, λοιπόν εδώ έχουμε ένα στρόφαλο όπως θα το ονομάζαμε στροφαλοφόρο άξονα, αυτό είμαι μία μηχανή εσωτερικής καύσης, είναι ένα πιστονάκι από πλαστικό, είμαι σίγουρος!”

Σ8 “Πλαστικό μου φαίνεται, αυτό γυρνάει, γυρνάνε πολλά κομμάτια, ανοίγει και κλείνει κάτι, σαν πιστόλι μου φαίνεται εκεί που βάζουν τις σφαίρες και μετά το κλείνουν, δεν ξέρω πως το λένε, αλλά δεν έχει τη σκανδάλη, λαβή, οπότε δεν είναι πιστόλι. Έχει περίεργο σχήμα και γυρνάει όλο μαζί . μήπως είναι τρενάκι, μοιάζει με τις ρόδες των παλιών τρένων που γύριζαν μπρος πίσω με έναν μηχανισμό.”

#### 4.4 Παρουσίαση αποτελεσμάτων με βάση τις στρατηγικές απτικής διερεύνησης που ακολουθήθηκαν

Μετά το τέλος της διαδικασίας της απτικής εξερεύνησης των αντικειμένων από τους εθελοντές ακολούθησαν κάποιες ερωτήσεις, η μια εξ αυτών επικεντρωνόταν στις στρατηγικές διερεύνησης (ολιστική, τμηματική, συνδυαστική) που ακολούθησαν οι εθελοντές για κάθε αντικείμενο. Έτσι συνδυαστικά και με τις παρατηρήσεις του ερευνητή καθ’ όλη τη διάρκεια της διαδικασίας προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Από τους οκτώ συμμετέχοντες οι πέντε χρησιμοποίησαν μια ολιστική προσέγγιση. Ένας εθελοντής δήλωσε πως ξεκίνησε τμηματικά αλλά επειδή δυσκολευόταν και δεν τα κατάφερνε να συνθέσει μια συνολική εικόνα σύντομα στράφηκε προς την ολιστική προσέγγιση. Οι άλλοι δύο συμμετέχοντες δήλωσαν ότι ανάλογα με το αντικείμενο και το σχήμα του ή την πολυπλοκότητά του, χρησιμοποιούσαν και διαφορετική προσέγγιση, πότε ολιστική και πότε τμηματική. Έτσι για τα δύο πρώτα αντικείμενα επέλεξαν τον ολιστικό τρόπο προσέγγισης και αναγνώρισης, ενώ για τα δύο



τελευταία τα οποία αποτελούσαν και τα πιο δύσκολα ή περίπλοκα, πήγαν τμηματικά για να μπορέσουν να συνθέσουν τη συνολική εικόνα στο μυαλό τους.

Συνολικά, όπως φαίνεται και από τους παρακάτω πίνακες, η ολιστική προσέγγιση κυριάρχησε έναντι της τμηματικής τόσο ως προς το κάθε αντικείμενο ξεχωριστά, όσο και ως προς τις προτιμήσεις των εθελοντών συνολικά. Ωστόσο, οι περιπτώσεις όπου χρησιμοποιήθηκε η τμηματική προσέγγιση ήταν αυτές των πιο δύσκολων και περίπλοκων αντικειμένων όπως φάνηκαν από τις απαντήσεις των εθελοντών, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω (4.5, 4.6, 4.7)

Πίνακας 2. Είδος απτικής στρατηγικής ανά αντικείμενο

	Ολιστική	Τμηματική
<b>ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ</b>	87,5%	12,5%
<b>STONE HENGE</b>	100%	0%
<b>ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ</b>	75%	25%
<b>ΠΙΣΤΟΝΙ</b>	75%	25%

\* Τα ποσοστά αναφέρονται στους συμμετέχοντες

Πίνακας 3. Είδος απτικής διερεύνησης ανά συμμετέχοντα

	Σ1	Σ2	Σ3	Σ4	Σ5	Σ6	Σ7	Σ8
<b>ΠΥΡΓΟΣ ΤΗΣ ΠΙΖΑΣ</b>	Τμηματική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική

<b>STONE HENGE</b>	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική
<b>ΑΣΤΕΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΩΡΙΩΝΑ</b>	Ολιστική	Ολιστική	Τμηματική	Ολιστική	Τμηματική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική
<b>ΠΙΣΤΟΝΙ</b>	Ολιστική	Ολιστική	Τμηματική	Ολιστική	Τμηματική	Ολιστική	Ολιστική	Ολιστική

#### 4.5 Αποσπάσματα από την ερώτηση σχετικά με τις στρατηγικές που χρησιμοποιήθηκαν

«Χρησιμοποίησες μια ολιστική ή μια τμηματική προσέγγιση κατά την απτική διερεύνηση των αντικειμένων;»

Σ1 “Αρχικά επειδή δεν μπορούσα να προσδιορίσω την επιφάνεια του αντικειμένου πήγα τμηματικά και έπιανα τα μικρά αντικείμενα που έχει κάθε αντικείμενο αλλά επειδή έτσι δεν τα κατάφερνα προσπάθησα να βρω το περίγραμμα του κάθε αντικειμένου για να έχω μια πιο ολιστική εικόνα.”

Σ2 “Δεν το έκανα συνειδητά αλλά τώρα εκ των υστέρων παρατηρώ ότι πρώτα το έπιανα ολιστικά το αντικείμενο και να καταλάβω το γενικότερο σχήμα και την εντύπωση που έδινε στα χέρια μου και μετά προσπαθούσα να αντιληφθώ μέρος μέρος τι μπορεί να είναι αλλά μπορεί μετά να ξαναγυρνούσα στο σχήμα για να μου δώσει μια ανατροφοδότηση.”

Σ3 “Νομίζω ότι ανάλογα το σχέδιο και το σχήμα πήγαινα διαφορετικά. Ας πούμε στον πύργο της Πίζας αμέσως το έπιασα όλο και μετά στη συνέχεια έπιανα κομμάτι λίγο λίγο για να βρω ακριβώς το σχήμα και να το καταλάβω, ενώ στα τελευταία δύο ξεκίνησα τμηματικά δηλαδή πρώτα είδα ένα κομμάτι συγκεκριμένο και μετά πήγα προς το όλο.”

Σ4 “Ξεκινούσα γενικά σα γενικό σχήμα να δω τι είναι από τα πιο χοντροκομμένα τμήματα και μετά πήγαινα στις λεπτομέρειες για να το διευκρινίσω καλύτερα και νομίζω πως ήταν μια βοηθητική πρακτική.”

Σ5 “Και τα δύο ανάλογα με το αντικείμενο, το σχήμα του αντικειμένου π.χ. στον πύργο της Πίζας είδα πρώτα τι σχήμα ήταν, ότι ήταν κύλινδρος και μετά πήγα στις λεπτομέρειες, ενώ στον αστερισμό επειδή δεν καταλάβαινα πήγα τμηματικά.”

Σ6 “Πρώτα το όλο προσπαθούσα να καταλάβω το γενικότερο σχήμα του και μετά πήγαινα σε λεπτομέρειες.”

Σ7 “Ολιστική ,γιατί πιστεύω ότι η συνολική εικόνα ενός αντικειμένου ακόμα και μέτρια καταγεγραμμένη στο κεφάλι μας μπορεί να μας δώσει μια καλύτερη εκτίμηση από ότι αν το πας τμηματικά.”

Σ8 “Νομίζω πήγαινα ολιστικά και μετά τμηματικά αλλά δεν νομίζω ότι με βοήθησε εν τέλει πολύ η πρακτική , αλλά μου βγήκε ασύνειδα να το κάνω έτσι.”

## Κεφάλαιο 5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων με βάση τις συνεντεύξεις

Όπως αναφέρεται και παραπάνω αφού ολοκληρώθηκε η φάση της απτικής διερεύνησης, ακολούθησε η φάση 4. Στην τέταρτη φάση η ερευνήτρια έθεσε εκ νέου κάποιες ερωτήσεις στους εθελοντές σχετικά με την εμπειρία που μόλις είχαν ζήσει. Τρεις από αυτές τις ερωτήσεις ήταν οι εξής:

- ❖ “Ποιο αντικείμενο σου φάνηκε πιο δύσκολο και γιατί;”
- ❖ “Ποιο αντικείμενο σου φάνηκε πιο εύκολο και γιατί;”
- ❖ “Πιστεύεις ότι αντίστοιχα αντικείμενα θα μπορούσαν να βοηθήσουν οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία για άτομα με ΠΟ;”

Από τις απαντήσεις των εθελοντών προκύπτει πως σε όλους τους συμμετέχοντες ανεξαρτήτως από το αν τους φάνηκε εύκολη η δύσκολη η συνολική διαδικασία, στην απτική εξερεύνηση τους δυσκόλεψε περισσότερο ο αστερισμός του Ωρίωνα. Αιτιολόγησαν αυτή τους την απάντηση αναφέροντας πως το συγκεκριμένο αντικείμενο δεν τους πρόσφερε αρκετές πληροφορίες σε σχέση με τα υπόλοιπα και πως στην ουσία δεν επρόκειτο για τρισδιάστατη κατασκευή.

Αντιθέτως, όλοι οι εθελοντές συμφώνησαν πως το πιο εύκολο αντικείμενο ήταν ο πύργος της Πίζας λόγω σχήματος, ήταν πολύ ευδιάκριτο αλλά και επειδή επρόκειτο για κάτι που όλοι ήξεραν και είχαν δει στο παρελθόν έστω και σε φωτογραφία.

Όσον αφορά στην δεύτερη ερώτηση όλοι οι συμμετέχοντες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι αντίστοιχα αντικείμενα θα μπορούσαν να βοηθήσουν σε μεγάλο ποσοστό οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία που περιλαμβάνει άτομα με ΠΟ, με την προϋπόθεση να συνοδεύονται από την κατάλληλη καθοδήγηση και λεκτική περιγραφή που θα βοηθά τα άτομα με ΠΟ να σχηματίσουν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα στο μυαλό τους.

### 5.1 Αποσπάσματα απαντήσεων στις παραπάνω ερωτήσεις

#### 2. «Ποιο αντικείμενο σε δυσκόλεψε περισσότερο και γιατί;»

Σ1 “Πιο δύσκολος μου φάνηκε ο αστερισμός που είπα ότι μοιάζει με δέντρο γιατί το σχήμα δεν ήταν καθόλου διακριτό, δεν ήταν ιδιαίτερα ανάγλυφο και καθώς δεν γνωρίζω αστερισμούς δεν μπορούσα να το ταυτίσω.”

Σ2 “Πιο δύσκολο μου φάνηκε το τρίτο (ο αστερισμός) γιατί ήταν επίπεδο χρειαζόταν μία πιο λεπτή αίσθηση για να το αντιληφθείς.”

Σ3 “Ο αστερισμός νομίζω ήταν ο πιο δύσκολος γιατί δεν είχες πολλές πληροφορίες στα χέρια σου, είχες κάποια μικροεξογκώματα και γραμμές τις οποίες ήταν δύσκολο να κρατήσεις στη μνήμη σου για να σχηματίσεις μια εικόνα από την αφή.”

Σ4 “Πιο δύσκολο μου φάνηκε ο αστερισμός γιατί ήταν λιγότερες οι λεπτομέρειες και δεν έχω ιδέα περί του θέματος.”

Σ5 “Το πιο δύσκολο ήταν ο αστερισμός του Ωρίωνα γιατί έχει και τη γραφή μπραίγ κάτω που σε δυσκόλευε περισσότερο μαζί με το υπόλοιπο που ήταν πιο flat από τα υπόλοιπα αντικείμενα.”

Σ6 “Με δυσκόλεψε ο αστερισμός γιατί δεν είχα στο μυαλό μ ότι θα ήταν μία απεικόνιση γιατί όλα τα υπόλοιπα ήταν ένα 3d μοντέλο αλλά μόλις ένιωσα τις συνδέσεις μεταξύ των γραμμών κατάλαβα ότι πρόκειται για κάτι τέτοιο.”

Σ7 “Ο αστερισμός γιατί ήταν 2D στην ουσία, ήταν απλά μια flat επιφάνεια και σου έδινε λιγότερες πληροφορίες συγκριτικά με τα υπόλοιπα αντικείμενα.”

Σ8 “Πιο δύσκολο μου φάνηκαν και τα υπόλοιπα 3 γιατί δεν μπορούσα να καταλάβω καθόλου τι ήταν. Το stone henge και ο αστερισμός ήταν πολύ επίπεδα και δεν είχαν κάποια ιδιαίτερη και μεγάλη προεξοχή, οπότε δεν μπορούσαν να καταλάβω ιδιαίτερα. Το πιστόνι δεν ήξερα καν ότι υπήρχε τέτοιο αντικείμενο, δεν ήξερα καν ότι υπάρχει αυτή η λέξη.”

3. «Ποιο αντικείμενο σου φάνηκε πιο εύκολο και γιατί;»

Σ1 “Πιο εύκολος μου φάνηκε ο πύργος της Πίζας που αν και είπα ότι ήταν κηροπήγιο θα μπορούσε να είναι ο πύργος της Πίζας όντως. Είναι πιο εύκολος γιατί έχει διακριτό σχήμα και μπορεί να ταυτιστεί με διάφορα αντικείμενα που έχω δει.”

Σ2 “Πιο εύκολο μου φάνηκε το πρώτο ( ο πύργος της Πίζας) και το τελευταίο (πιστόνι) γιατί είχαν τις περισσότερες απτικές πληροφορίες ώστε να σε καθοδηγήσουν προς τι περίπου είναι.”

Σ3 “Πιο εύκολο ήταν το πρώτο, ο πύργος της Πίζας γιατί είχε πολύ χαρακτηριστικό σχήμα και είχες μια επιφάνεια η οποία ήταν μεγαλύτερη και μπορούσες να την ψηλαφίσεις αρκετά καλά.”

Σ4 “Πιο εύκολο μου φάνηκε το stone henge για κάποιο λόγο, φαντάστηκα από το γενικό σχήμα του ότι θα μπορούσε να είναι ομοίωμα ενός μνημείου και είναι το μόνο που είναι έτσι, που ξέρω τουλάχιστον.”

Σ5 “Πιο εύκολο ήταν το πιστόνι γιατί λόγω και μηχανολογίας που σπουδάζω ήξερα τι ήταν και δεν μου πήρε ώρα να το βρω.”

Σ6 “Όλα μου φάνηκαν εύκολα εκτός από τον αστερισμό .Το πιστόνι είχε κινούμενα μέρη και μόλις έπιασα το πιστόνι και το έμβολο κατάλαβα ότι πρόκειται για κάτι τέτοιο, μόλις είδα την κίνησή του δηλαδή. Το stone henge επειδή είχα τη μορφή του στο κεφάλι μου απλά το συνδύασα, δεν ξέρω πως μου ήρθε απλά μου ήρθε και ο πύργος της Πίζας μόλις τον έβαλα κάτω και είδα ότι δεν ήταν τελείως ίσιος και ταυτόχρονα αυτά τα εξογκώματα που είχε μου θύμιζε παραθυράκια και ορόφους, οπότε το βρήκα.”

Σ7 “Ο πύργος της Πίζας γιατί όλα τα μνημεία γενικά έχουν κάτι πολύ συγκεκριμένο το οποίο τα κάνει ξεχωριστά και για αυτό όλοι τα ξέρουμε, άμα μου έδινες τον πύργο του Άιφελ, όλοι ξέρουμε το σχήμα του έτσι και με τον πύργο της Πίζας, ήταν

κυλινδρικός, κατάλαβα ότι έγερνε όταν τον έβαλα ανάμεσα στα χέρια μου και οκ το βρήκα αμέσως.”

Σ8 “Ο πύργος της Πίζας μου φάνηκε πιο εύκολο γιατί το σχήμα του ήταν πιο εύκολο να το κρατήσω στα χέρια μου και να το περιεργαστώ σαν σύνολο.”

4. *«Πιστεύεις ότι αντίστοιχα αντικείμενα θα μπορούσαν να βοηθούσαν οποιαδήποτε εκπαιδευτική διαδικασία που περιλαμβάνει άτομα με ΠΟ και γιατί;»*

Σ1 “Πιστεύω ένα μεγάλο μέρος τους ναι απλά άμα δεν έχεις εικόνα από ένα αντικείμενο ακόμα και να δείξεις τον αστερισμό απτικά θα είναι λίγο πιο δύσκολο, ειδικά αν δεν έχεις εξασκήσει την αφή σου όπως εγώ, μου ήταν αρκετά δύσκολο να αντιληφθώ το περίγραμμα, το σχέδιο. Αν μου το περιέγραφες και μετά το έπιανα κιόλας θα ήταν ένας συνδυασμός ιδανικός.”

Σ2 “Θεωρώ πως σίγουρα θα είχε θετικό αντίκτυπο σίγουρα όχι ουδέτερο και αρνητικό, θα μπορούσαν να αντιληφθούν καλύτερα και ιστορικά μνημεία αλλά και πολλά αλλά.”

Σ3 “Θα βοηθούσε πάρα πολύ για να έχουν στο κεφάλι τους περισσότερες πληροφορίες για το τι είναι το καθετί, δηλαδή με μια περιγραφή μπορείς να σχηματίσεις μια εικόνα αλλά αν το πιάσεις κιόλας, με την αφή παίρνεις πολύ περισσότερες πληροφορίες για αυτό που σου περιγράφεται.”

Σ4 “Πιστεύω ότι είναι ένας τρόπος για να μάθεις πράγματα και να μπορείς να ξεχωρίζεις διάφορα αντικείμενα. Μια περιγραφή μπορεί να είναι αρκετή αλλά αν το πιάσει και νιώσει σίγουρα θα είναι πιο γεμάτη η γνώση που θα πάρει.”

Σ5 “Πιστεύω ότι θα βοηθούσε πάρα πολύ να υπάρχει ένα ομοίωμα κάθε φορά π.χ. το stone henge, γιατί με το να το πεις απλά σε ένα παιδί δεν νομίζω ότι θα μπορέσει να φανταστεί περί τίνος πρόκειται.”

Σ6 “Σίγουρα κάποια αντικείμενα θα βοηθούσαν, αλλά όχι όλα, δηλαδή το μόνο που ίσως δεν θεωρώ χρήσιμο είναι ο αστερισμός αλλά για να κατανοήσει π.χ. πως δουλεύει ένα αυτοκίνητο που είναι και στην καθημερινότητα όλων και του ίδιου έστω και αν δεν το οδηγεί και για πιο υπαρκτά πράγματα όπως ένα κτίριο θα ήταν αρκετά χρήσιμο.”

Σ7 “Ναι πιστεύω ότι θα βοηθούσαν γιατί μια εικόνα είναι χίλιες λέξεις οπότε επειδή ο τυφλός δεν μπορεί να δει πρέπει να του το φέρεις όσο πιο ‘κοντά’ γίνεται για να μπορεί να το σχεδιάσει στο μυαλό του μέσω της αφής ,αν και δεν νομίζω να είναι αυτό 1000/100 σωστό γιατί κυρίως στηρίζεσαι σε αυτά που θυμάσαι οπτικά όταν συνθέτεις μια εικόνα στο μυαλό σου ενώ ο τυφλός δεν έχει δει ποτέ τίποτα.”

Σ8 “Ναι, με τις κατάλληλες κατευθύνσεις από τους εκπαιδευτικούς, πολύ, γιατί θα μπορούσαν να σχηματίσουν μια εικόνα για το πώς είναι τα αντικείμενα στην πραγματικότητα, τα οποία δεν μπορούν να δουν, για να έχουν μια καλύτερη αντίληψη διαφόρων αντικειμένων, κτιρίων και άλλων πραγμάτων που υπάρχουν στον κόσμο.”

## Κεφάλαιο 6. Συζήτηση

### 6.1 Εισαγωγή

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας, ακολουθεί το 6ο κεφάλαιο. Το παρόν κεφάλαιο εστιάζει στη συζήτηση των αποτελεσμάτων και την πιθανή ερμηνεία αυτών, συνεπώς τα δεδομένα και οι πίνακες που παρουσιάζονται παραπάνω θα αποτελέσουν και τη βάση για τη συγγραφή αυτού του κεφαλαίου.

Στην εργασία αυτή αναδεικνύονται τόσο ορισμένα σημεία που μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο μιας γενικότερης συζήτησης και προβληματισμού όσο και προτάσεις για πιθανές αλλαγές ή περαιτέρω έρευνα. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων κατά τη συνέντευξη, όπως έδειξαν και οι πίνακες, δίνουν κάποια ενδιαφέροντα αποτελέσματα και ευρήματα, τα οποία και θα προσπαθήσω να ερμηνεύσω παρακάτω. Η συζήτηση θα εστιαστεί σε τέσσερις κύριους άξονες:

1. Στο είδος απτικής διερεύνησης ανά συμμετέχοντα
2. Στο είδος απτικής διερεύνησης ανά αντικείμενο
3. Στην δυσκολία απτικής διερεύνησης ανά αντικείμενο
4. Στην οπτική συμβολής των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαίδευση των ατόμων με ΠΟ

## 6.2 Είδος Απτικής διερεύνησης ανά συμμετέχοντα και αντικείμενο

Από τις αναλύσεις των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων χρησιμοποίησε για την απτική διερεύνηση σχεδόν όλων των αντικειμένων μια ολιστική προσέγγιση καθώς δήλωσαν ότι μέσω αυτής μπορούσαν να σχηματίσουν πιο εύκολα στο μυαλό τους μια εικόνα του αντικειμένου. Αντίθετα, ύστερα από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί με συμμετέχοντες άτομα με ΠΟ, έχει προκύψει πως τα άτομα με ΠΟ συνηθίζουν να επεξεργάζονται πρώτα τα διάφορα μέρη των αντικειμένων ώστε να φτάσουν στη σύνθεση του συνόλου, συνεπώς χρησιμοποιούν περισσότερο την τμηματική προσέγγιση (Παπαδόπουλος, 2005· Αργυρόπουλος, Νικολαραϊζή & Χαμονικολάου, 2013).

Αυτή η αντίθεση ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα βλέποντα άτομα λόγω της ύπαρξης της αίσθησης της όρασης έχουν διαφορετική αντιμετώπιση και προσέγγιση προς τα διάφορα αντικείμενα. Με άλλα λόγια, όταν χρησιμοποιούμε την οπτική οδό προσεγγίζουμε και βλέπουμε πρώτα το σύνολο και στη συνέχεια παρατηρούμε τα μέρη του (Παπαδόπουλος, 2005· Αργυρόπουλος, Νικολαραϊζή & Χαμονικολάου, 2013), συνεπώς αυτή η συνήθεια των βλέπόντων ατόμων πιθανολογείται να επηρέασε ασύνειδα και την απτική προσέγγιση τους προς τα αντικείμενα καθώς επρόκειτο για μια διαδικασία στην οποία δεν ήταν συνηθισμένοι.

Είναι γεγονός πως η αίσθηση της αφής μπορεί να μην έχει αναπτυχθεί πλήρως στα άτομα με όραση λόγω της επιρροής της όρασης, η οποία κατέχει ανώτερο ρόλο στην κατανόηση της μορφής και του χώρου, εξάλλου δεν είναι τυχαίο ότι τα βλέποντα άτομα ακόμα και με κλειστά τα μάτια έχουν «οπτικές ιδέες» (Αργυρόπουλος, 2002· Heller, 1982, 1984· Παπαδόπουλος, 2005).

Όπως φανερώθηκε και από τις συνεντεύξεις με τους εθελοντές κανέννας από αυτούς δεν είχε συμμετάσχει σε παρόμοια διαδικασία και το ποσοστό χρήσης της αφής αντί της όρασης για καθημερινές δραστηριότητες ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 25%,



ποσοστό πολύ μικρό, ικανό να δικαιολογήσει το παραπάνω συμπέρασμα καθώς δείχνει πως οι συμμετέχοντες όντας βλέποντες δεν ήταν καθόλου πεπειραμένοι με την χρήση της αφής.

Με τα παραπάνω συμπεράσματα έρχεται τώρα να συσχετιστεί και η ερμηνεία μου σχετικά με το γεγονός ότι η τμηματική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε από ένα πολύ μικρό ποσοστό εθελοντών αφορούσε τα αντικείμενα που κατά γενική αίσθηση όλων των εθελοντών ήταν τα πιο δύσκολα ή περίπλοκα (25% των εθελοντών χρησιμοποίησαν τμηματική προσέγγιση για τον αστερισμό του Ωρίωνα και το πιστόνι). Με άλλα λόγια αυτό το πολύ μικρό ποσοστό των συμμετεχόντων (2 από τους 8) μόλις αντιμετώπισαν δυσκολία στο να αντιληφθούν τα αντικείμενα στράφηκαν προς την τμηματική προσέγγιση, στην προσέγγιση δηλαδή που χρησιμοποιούν επί το πλείστο τα άτομα με ΠΟ όταν καλούνται να διερευνήσουν απτικά οποιοδήποτε αντικείμενο.

Αυτό πιθανόν ερμηνεύεται από το γεγονός ότι η τμηματική προσέγγιση μπορεί να φανεί πολύ λειτουργική ακόμα και για τα πιο δύσκολα και περίπλοκα αντικείμενα αλλά και πιο χρονοβόρα σε σχέση με την ολιστική η οποία μπορεί να είναι πολύ σύντομη όσον αφορά στα απλά και ευδιάκριτα αντικείμενα (χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι εθελοντές οι οποίοι χρησιμοποιώντας ολιστική προσέγγισης βρήκαν αμέσως, σε λιγότερο από ένα λεπτό τον πύργο της Πίζας και το Stone Henge) αλλά λιγότερο λειτουργική όσον αφορά στα πιο περίπλοκα. Βέβαια κάτι τέτοιο δεν μπορεί να είναι απόλυτα σίγουρο και να γενικευτεί αλλά αντιθέτως αποτελεί μια απλή υπόθεση για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Μια άλλη υπόθεση θα μπορούσε να είναι ότι τελικά η επιλογή ανάμεσα στην ολιστική και την τμηματική προσέγγιση δεν εξαρτάται από το αντικείμενο όπως ανέφεραν οι 2 από τους 8 εθελοντές που τις χρησιμοποίησαν και τις δύο, αλλά να αποτελεί ξεκάθαρα προσωπική προτίμηση του ατόμου κάθε φορά.

### 6.3 Δυσκολία απτικής διερεύνησης ανά αντικείμενο

Από τις συνεντεύξεις με τους εθελοντές μετά το πέρας της απτικής διερεύνησης προέκυψε ότι όλοι οι συμμετέχοντες συμφωνούν σχετικά με το ποιο ήταν το πιο δύσκολο και ποιο ήταν το πιο εύκολο αντικείμενο. Όλοι οι συμμετέχοντες κατέληξαν

στην άποψη ότι το ο Πύργος της Πίζας αποτελούσε το πιο εύκολο αντικείμενο ενώ ο αστερισμός του Ωρίωνα το πιο δύσκολο. Ο λόγος που υποθέτω ότι ευθύνεται για αυτή την αίσθηση των συμμετεχόντων συμπίπτει σε μεγάλο βαθμό με την αιτιολόγηση που έδωσαν οι ίδιοι.

Όπως προανέφερα και παραπάνω τα βλέποντα άτομα ακόμα και όταν έχουν κλειστά τα μάτια έχουν «οπτικές ιδέες» δηλαδή σκέφτονται με βάση τις μνήμες που έχουν από την οπτική οδό (Αργυρόπουλος, 2002· Heller, 1982, 1984· Παπαδόπουλος, 2005), έτσι όταν οι εθελοντές κλήθηκαν να διερευνήσουν απτικά τον πύργο της Πίζας ο οποίος έχει χαρακτηριστικό σχήμα και τον οποίο όλοι σίγουρα είχαν δει αν όχι από κοντά, σίγουρα σε φωτογραφία, ενεργοποιήθηκαν γρήγορα οι σχετικές οπτικές τους μνήμες με αποτέλεσμα οι περισσότεροι εθελοντές είτε να το βρουν ακριβώς είτε να υποθέσουν κάτι παρεμφερές.

Αντίθετα, όσον αφορά τον αστερισμό του Ωρίωνα κανένας από τους εθελοντές δεν είχε σαν εικόνα στο μυαλό του το ακριβές σχήμα του αστερισμού ούτε ήταν πολύ εξοικειωμένοι με τέτοιου είδους αναπαραστάσεις αστερισμών. Σε όλα τα παραπάνω είναι απαραίτητο να προστεθεί το γεγονός ότι ο αστερισμός του Ωρίωνα δεν αποτελούσε ακριβώς τρισδιάστατο αντικείμενο όπως τα υπόλοιπα αλλά ήταν περισσότερο δύο διαστάσεων με την μορφή απτικού χάρτη. Κανένας από τους συμμετέχοντες δεν είχε έρθει στο παρελθόν σε επαφή με τέτοιου είδους αναπαραστάσεις οπότε και δεν είχαν μια ξεκάθαρη εικόνα η οποία θα μπορούσε να τον βοηθήσει να μαντέψει το εν λόγω αντικείμενο.

Όλα αυτά βέβαια ισχύουν για τα βλέποντα άτομα τα οποία είχαν μια οπτική ιδέα για τον πύργο της Πίζας αλλά όχι για τον αστερισμό του Ωρίωνα. Όσον αφορά στα άτομα με ΠΟ τα οποία δεν θα είχαν καμία οπτική μνήμη ή ιδέα για κανένα από τα δύο αντικείμενα είναι αμφίβολο για το ποιο από τα δύο θα τους φαινόταν πιο εύκολο τελικά.

#### 6.4 Η συμβολή των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαίδευση των ατόμων με και χωρίς ΠΟ

Από τις συνεντεύξεις με τους συμμετέχοντες εκτός των παραπάνω βγήκε ομόφωνα και το συμπέρασμα ότι αντίστοιχα αντικείμενα θα μπορούσαν να βοηθήσουν αν όχι

οποιαδήποτε τότε πολλές εκπαιδευτικές διαδικασίες για άτομα με ΠΟ. Οι συμμετέχοντες μάλιστα ανέφεραν πως τέτοιο υλικό λείπει και από τις δικές τους εκπαιδευτικές εμπειρίες παρά το γεγονός ότι θα μεταμόρφωναν την εκπαιδευτική διαδικασία σε ένα πιο ενδιαφέρον κομμάτι.

Παρ' όλα αυτά οι συμμετέχοντες έθεσαν σαν προϋπόθεση για τη σωστή ένταξη αυτών των αντικειμένων στην εκπαιδευτική διαδικασία των ατόμων με ΠΟ να συνοδεύονται με τις κατάλληλες κατευθύνσεις και οδηγίες από κάποιον τρίτο ώστε να είναι πιο εύκολος και ακριβής ο σχηματισμός μιας νοητής εικόνας στο μυαλό του κάθε ατόμου.

Οι προϋποθέσεις που έθεσαν οι συμμετέχοντες προέκυψαν προφανώς από την δυσκολία που αντιμετώπισαν οι ίδιοι σε αντικείμενα που δεν γνώριζαν, να φανταστούν την πιθανή εικόνα τους χωρίς καμία κατεύθυνση. Ένας εθελοντής μάλιστα ανέφερε πως χωρίς τη καθοδήγηση της ερευνήτριας δεν είχε καταφέρει να βρει το αντικείμενο. Οι προϋποθέσεις αυτές αποτελούν έναν πολύ λογικό και απαραίτητο παράγοντα για την επιτυχία οποιασδήποτε εκπαιδευτικής διαδικασίας για άτομα με ΠΟ που περιλαμβάνει τρισδιάστατα αντικείμενα, αν σκεφτεί κανείς ότι τα άτομα με ΠΟ μαθαίνουν συγκεκριμένες αναπαραστάσεις για κάθε αντικείμενο ή έννοια. Για παράδειγμα τα περισσότερα άτομα με ΠΟ έχουν μάθει ότι ο ήλιος απεικονίζεται ως ένας κύκλος με ακτίνες γύρω γύρω, αν όμως ο ήλιος είναι ζωγραφισμένος και προσαρμοσμένος στη γωνία ενός χαρτιού όπως είθισται στις παιδικές ζωγραφιές τότε το άτομο με ΠΟ πολύ πιθανόν να μην καταλάβει ότι πρόκειται για τον ήλιο που ξέρει αν δεν έχει τη σωστή καθοδήγηση από κάποιον τρίτο. Η τρισδιάστατη εκτύπωση μπορεί ήδη να χρησιμοποιείται για να βοηθήσει τα άτομα με ΠΟ, παρέχοντας τους απτικές αναπαραστάσεις οπτικών πληροφοριών, χρήσιμες σε τομείς όπως η εκπαίδευση και η πλοήγηση ( Jafri & Abid Ali, 2015), όπως αναφέρονται και σε παραπάνω σχετικό κεφάλαιο, ωστόσο για να είναι απόλυτα αποτελεσματικό αυτό το εγχείρημα είναι ανάγκη να υποστηρίζεται και από τις απαραίτητες καθοδηγήσεις.

## 6.5 Περιορισμοί – Προτάσεις

Η παρούσα εργασία επιχείρησε να καλύψει ένα μικρό μέρος του υπάρχοντος ερευνητικού κενού σχετικά με την εφαρμογή και συμβολή των τρισδιάστατων εκτυπωτών στην εκπαίδευση των ατόμων με Προβλήματα Όρασης. Παρ' όλο που η συγκεκριμένη έρευνα ανέδειξε ορισμένα ενδιαφέροντα ευρήματα επιτυγχάνοντας τον σκοπό της, θα πρέπει να σημειωθούν ορισμένοι περιορισμοί, οι οποίοι καταστούν δύσκολη την γενίκευση των αποτελεσμάτων της, και οι οποίοι θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν και να απουσιάζουν ως ένα βαθμό σε μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες.

Αρχικά, το μικρό μέγεθος του ερευνητικού δείγματος καθίσταται σημαντικός περιοριστικός παράγοντας γενίκευσης των αποτελεσμάτων, καθώς δεν επιτρέπει την εξέταση μεγάλου αριθμού συμμετεχόντων στα πλαίσια αυθεντικής πειραματικής έρευνας. Σκόπιμο θα ήταν να υπάρχουν περισσότεροι συμμετέχοντες, οι οποίοι θα κάλυπταν ένα ευρύτερο ηλικιακό φάσμα. Επιπλέον, η απουσία ατόμων με ΠΟ στο δείγμα της έρευνας αποτελεί έναν από τους πιο καθοριστικούς, περιοριστικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα να μην δύναται να είναι ξεκάθαρος ο βαθμός της επιρροής της αίσθησης όρασης στις απαντήσεις των συμμετεχόντων αλλά και στην γενικότερη συμπεριφορά τους καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας. Συνεπώς, είναι αδύνατον να πραγματοποιηθεί γενίκευση των σχετικών ευρημάτων της παρούσας έρευνας για όλες τις ομάδες ατόμων. Επομένως, αναμένονται ερευνητικές μελέτες, οι οποίες να εξετάζουν το συγκεκριμένο αντικείμενο, μέσω της αξιοποίησης μεγαλύτερου ερευνητικού δείγματος, που θα περιλαμβάνει τόσο βλέποντα άτομα όσο και άτομα με διάφορα ΠΟ και θα επιτρέπει την ασφαλέστερη διεξαγωγή συμπερασμάτων.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Αργυρόπουλος, Β. (2003). Απτική Αντίληψη: Έννοια, χαρακτηριστικά και ιδιότητες. *Θέματα Ειδικής Αγωγής*, 20, 30-40.

Αργυρόπουλος, Β. (2011). *Η εκπαίδευση παιδιών με σοβαρά προβλήματα όρασης: ερευνητική και πρακτική προσέγγιση*. Στο Σ. Παντελιάδου & Β. Αργυρόπουλος (Επιμ.), *Ειδική Αγωγή: Από την έρευνα στη διδακτική πράξη* (σσ. 29-81). Αθήνα: Πεδίο.

Αργυρόπουλος, Β. (2005). Η αξιολόγηση της λειτουργικής όρασης των παιδιών με σοβαρά προβλήματα όρασης: Μια πολυδιάστατη και σύνθετη διαδικασία. *Πρακτικά 5ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της ΟΜΕΠ* (σσ.311-319). Βόλος.

Ευσταθίου, Α. (2007). *Σχεδιασμός και ανάπτυξη προσβάσιμου ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού και δραστηριοτήτων για μαθητές με προβλήματα όρασης στα Αγγλικά της Α' και Β' Δημοτικού*. Αθήνα: ΙΕΠ.

Κουτάντος, Δ. (2005). *Η Εκπαίδευση Παιδιών και Νέων με Μειωμένη Όραση*. Αθήνα: Ελληνικά γράμματα.

Παπαδόπουλος, Κ. & Κουστριάβα, Ε. (2015). *Δια βίου Μάθηση Ατόμων με Οπτική Αναπηρία - Παραγωγή Απτικο – ακουστικού Εκπαιδευτικού Υλικού για Άτομα με Τύφλωση*. Θεσσαλονίκη: ΕΚΤ

- Παπαδόπουλος, Κ. (2000). *Χαρτογραφία και Χάρτες Αφής: Διδακτορική διατριβή*. Θεσσαλονίκη.
- Παπαδόπουλος, Κ. (2005). *Τύφλωση και Ανάγνωση. Διαβάζοντας με τη Αφή*. Αθήνα: ΖΗΤΗ.
- Mason, H. (2011). Αξιολόγηση της όρασης. Στο H. Mason & S. McCall. *Παιδιά και νέοι με προβλήματα όρασης: Η πρόσβαση στην εκπαίδευση*, (Επιμ.), Α. Ζώνιου-Σιδέρη & Ε. Ντεροπούλου-Ντέρου, (σσ. 108-125). Αθήνα: Πεδίο

#### Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Argyropoulos, V. (2002). Tactual shape perception in relation to the understanding of geometrical concepts by blind students. *The British Journal of Visual Impairment*, 20(1), 7-16.
- Argyropoulos, V., Chamonikolaou, S., & Nikolarazi, M. (2013). Investigating types of active touch in individuals with visual disability during the exploration of geometrical shapes. *Proceedings of the 6th International Conference of Education, Research and Innovation* (pp.1626-1632). Seville, Spain.
- Argyropoulos, V., Chamonikolaou, S., & Nikolarazi, M. (2013). Students with visual disability and active touch: Levels of Understanding and think aloud protocols. *Proceedings of the 5th Asian Conference on Education 2013 (ACE2013) & The 1<sup>st</sup> Asian Conference on Society, Education and Technology 2013 (ACSET2013)* (pp. 1428-1438). Osaka, Japan
- Bajcsy, A., Li-Baboud, Y. & Brady, M. (2013). Depicting Web images for the blind and visually impaired. *SPIENewsroom*.
- Bremner, A. & Spence, C. (2017). The Development of Tactual Perception. *Advances in Child Development and Behavior*, 52, 227- 268.
- Eriksson, Y. (1999). How to make tactile pictures understandable to the blind reader. *65th IFLA Council and General Conference*. Bangkok, Thailand.
- Evans, B. (2012). *Practical 3D Printers*. New York: Apress.

- Gibson, J. (1962). Observation on Active touch. *Psychological review*, 69(6), 477-491
- Götzelmann, T. & Pavkovic, A. (2014). *Towards Automatically Generated Tactile Detail Maps by 3D Printers for Blind Persons*. Nuremberg, Germany: Springer.
- Heller, M. (2008). *Human Haptic Perception: Basics and Applications*. Grunwald, M. (Ed.). Boston – Berlin: Birkhauser.
- Heller, M. & Myres, D. (1983). Active and passive tactual recognition of form. *The Journal of General Psychology*, 108, 225 – 229.
- Heller, M. (1982). Visual and tactual texture perception: Intersensory cooperation. *Perception & Psychophysics*, 31(4), 339- 344.
- Heller, M. (1986). Active and passive tactile braille recognition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 24(3), 201- 202.
- Jafri, R. & Abid Ali, S. (2015). Utilizing 3D Printing to Assist the Blind. *Int'l Conference Health Informatics and Medical Systems* (pp.55- 59). Las Vegas.
- Jernigan, K. (2005). A Definition of Blindness. *National Federation of the Blind*, 24(3).
- Khorrami -Nejad, M., Sarabandi, A., Akbari, M., Askarizafteh,, F. (2016). The Impact of Visual Impairment on Quality of Life. *Med Hypothesis Discov. Innov. Ophthalmol.*, 5(3), 96 – 103.
- Lederman, S. (1981). The perception of surface roughness by active and passive touch. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 18(5), 253 – 255.
- Lipson, H. & Kurman, M. (2012). *Fabricated: The new world of 3D Printing*. India: Wiley.
- Porter, M. (2002 – 2003). *So What About Drawing? : Instructions for Drawing Using a Braille Writer*. Chamberlain, M. (Ed). Chicago: The Guild for the Blind.
- Robinson, B. & Lieberman, Lauren. (2004). Effects of Visual Impairment, Gender and Age on Self-determination. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 98(60), 350 – 366.

Southwell, C. & Jonson, S. (2011). Visual impairment and orthoptics (clinical and functional vision assessment.). *Royal National Institute of Blind people*, leaflet.

Tuttle, D & Tuttle N. (2004). *Self – Esteem and adjusting with blindness: The Process of Responding to Life’s Demands*. USA: Publishers, LTD.

Ventola, L. (2014). Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *P&T*, 39 (10), 704 – 711.

Voigt, A. & Martens, B. (2006). Development of 3D Tactile Models for the Partially Sighted to Facilitate Spatial Orientation. *24<sup>th</sup> eCAADe Conference Proceedings*, (pp. 366 – 370). Volos, Greece.

West, S., Rubin, G., Broman, A., Munoz, B., Bandeen–Roche, K., & Turano, K. (2002). *How Does Visual Impairment Affect Performance on Tasks of Everyday Life?* *Arch Ophthalmol.*, 120, 774 – 780.

#### Websites

Maureen, D. (2015). Low Vision and Legal Blindness Terms and Descriptions. *American Foundation for the Blind*. Ανακτήθηκε από

<https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/eye-conditions/low-vision-and>

[legal-blindness-terms-and-descriptions](https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/eye-conditions/low-vision-and)

World Health Organization (WHO). (2018). *Blindness and vision impairment*.

Ανακτήθηκε από

<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>